



Grands travaux et maladies à vecteurs au Cameroun

Coordination scientifique

ALBERT SAMÉ-EKOBO, ÉTIENNE FONDJO, JEAN-PIERRE ÉOUZAN

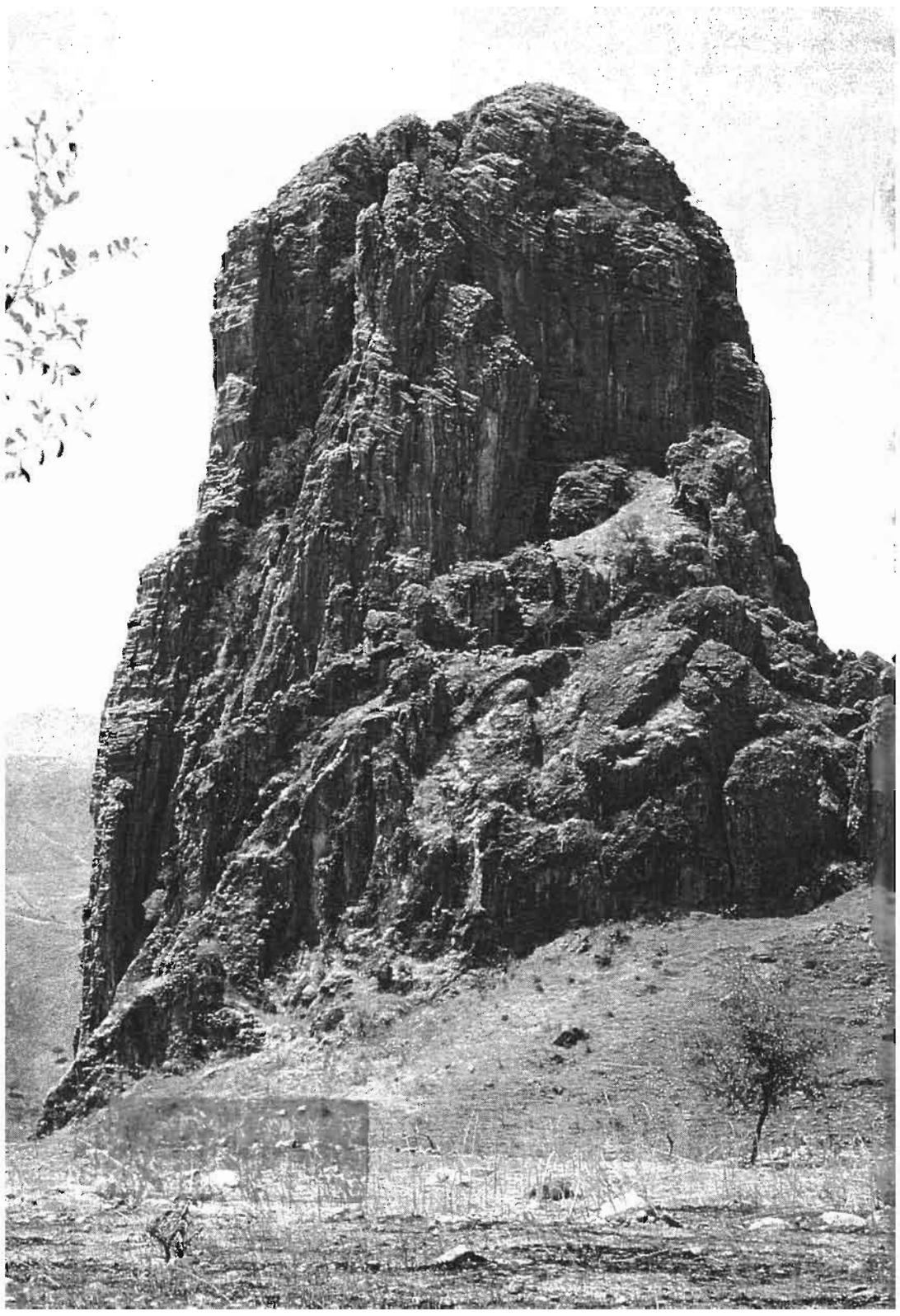
Expertise collégiale

à la demande du ministère de la Recherche scientifique
et technique du Cameroun
en collaboration avec le ministère de la Santé publique du Cameroun

IRD
Éditions

Grands travaux et maladies à vecteurs au Cameroun

IMPACT DES AMÉNAGEMENTS RURAUX ET URBAINS
SUR LE PALUDISME
ET AUTRES MALADIES À VECTEURS



Grands travaux et maladies à vecteurs au Cameroun

IMPACT DES AMÉNAGEMENTS RURAUX ET URBAINS
SUR LE PALUDISME
ET AUTRES MALADIES À VECTEURS

Coordination scientifique

ALBERT SAMÉ-EKOBO, ÉTIENNE FONDJO, JEAN-PIERRE ÉOUZAN

IRD Éditions

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

collection Expertise collégiale

Paris, 2001

Préparation éditoriale

Jacques Bodichon

Mise en page

Louma productions

Fabrication, coordination

Élisabeth Lorne, Pierre Lopez

Maquette couverture et intérieur

Pierre Lopez

Frontispice : Mont Kapsiki (Cameroun). Photo IRD/Y. BOULVERT.

La loi du 1^{er} juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD Éditions, 2001

ISSN : en cours

ISBN : 2-7099-1482-4

Cet ouvrage présente les travaux du groupe d'experts réunis par l'Institut de recherche pour le développement (IRD), dans le cadre de la procédure d'expertise collégiale, pour répondre à la question posée par le ministre de la Recherche scientifique et technique du Cameroun et l'IRD au cours d'un atelier sur le paludisme qui s'est tenu les 10 et 11 mai 1999 à Yaoundé, au Cameroun.

Le rapport s'appuie sur les données scientifiques du second semestre de l'année 2000. Plus de trois cent quatre-vingts articles et documents ont constitué la base documentaire de cette expertise, grâce à l'aide des unités de documentation des centres IRD d'Ile-de-France et de Montpellier.

Le laboratoire de cartographie du centre IRD d'Ile-de-France a réalisé les cartes pour l'édition de cet ouvrage. Le département Expertise et Valorisation (DEV) de l'IRD a assuré la coordination scientifique de l'expertise collégiale.

Le docteur Marie-José Prigent qui a participé aux réunions a, dans la réalisation du rapport final, fait bénéficier le groupe d'experts de son expérience acquise à l'Inserm au sein du service d'expertise collective.

Sommaire

Composition du collège d'experts	9
Préface	13
Avant-propos	15
Introduction	17

■ *Première partie*

Synthèse

Projets de développement en milieu rural et d'aménagements urbains	21
Risques sanitaires associés	25
La situation spécifique du Cameroun en termes de projets de développement et de risques sanitaires associés	35
Bilan des risques sanitaires liés aux projets de développement au Cameroun	48
Comment intégrer les méthodes de lutte dans les projets de développement au Cameroun ?	55
Recommandations	63

■ Deuxième partie**Annexes**

Annexe 1 – Laurent Brutus Complexes agro-industriels	79
Annexe 2 – Pierre Carnevale, Jean Mouchet Comment intégrer les besoins sanitaires dans les projets de développement rural ?	93
Annexe 3 – Étienne Fondjo Riziculture	127
Annexe 4 – Robert Bos, Bernard Philippon, Albert Samé-Ekobo Barrages, environnement et maladies à vecteurs	141
Annexe 5 – Jean-Pierre Éouzan Glossines et trypanosomiase africaine, arbovirus	169
Annexe 6 – Gérard Salem, Albert Samé-Ekobo Processus d'urbanisation, paludisme et autres maladies à vecteurs	191
Bibliographie générale	203
Cartes et photos du Cameroun	223

Composition du collège d'experts

PRÉSIDENT

Albert Samé-Ekobo, docteur en médecine, docteur ès sciences naturelles, professeur de parasitologie à la Faculté de médecine de Yaoundé (Cameroun), coordinateur du Programme national de lutte contre le paludisme, directeur du Centre collaborateur OMS pour la recherche et la lutte contre la bilharziose au Cameroun.
BP 3266, Yaoundé, Cameroun
Courriel : palucam@camnet.cm
Tél. : 237 231 24 70

RAPPORTEUR

Étienne Fondjo, entomologiste médical, ministère de la Santé publique, Yaoundé (Cameroun).
Ministère de la Santé publique, BP 288, Yaoundé, Cameroun
Courriel : oceac@camnet.cm
Tél. : 237 223 93 48

MEMBRES

Robert Bos, responsable du PEEM (Panel of Experts on Environmental Management for vector control), OMS, Genève (Suisse).
Executive secretary of PEEM/WSH, WHO, 27 avenue Appia,
1211 Genève 27, Suisse
Courriel : bosr@who.ch
Tél. : 41 22 791 35 55

Laurent Brutus, chargé de recherche à l'IRD, Paris (France), docteur en médecine, spécialiste santé/environnement.
Inserm (U 149), Service gynécologie-obstétrique, hôpital Tenon,
4, rue de la Chine, 75020 Paris
Courriel : lbrutus@club-internet.fr
Tél. : 33 01 56 01 71 85

Pierre Carnevale, entomologiste médical, directeur de recherche à l'IRD, spécialiste de l'épidémiologie du paludisme, directeur de l'Institut Pierre-Richet, Bouaké (Côte d'Ivoire).
Institut Pierre-Richet, 01 BP 1500, Bouaké, Côte d'Ivoire
Courriel : carneval@ird.ci
Tél. : 225 65 03 43

Marc Coosemans, entomologiste médical, spécialiste de la lutte antivectorielle, professeur à l'Institut de médecine tropicale Prince-Léopold, Anvers (Belgique).
Institut de médecine tropicale Prince-Léopold, Nationalestraat 155, 2000 Antwerpen, Belgique
Courriel : coosemans@entom.itg.be
Tél. : 323 247 63 12

Jean-Christophe Ernould, docteur en médecine, spécialiste des schistosomiasés, IRD, Niamey (Niger).
CERMES, BP 10887, Niamey, Niger
Courriel : ernould@ird.ne
Tél. : 227 75 20 45

François Mouchet, épidémio-malacologiste, chargé de recherche à l'IRD, Paris (France).
213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10
Tél. : 33 01 42 55 30 47

Bernard Philippon, entomologiste médical, chargé de mission, directeur de recherche à l'IRD, Paris (France).
Département Société et Santé, 213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10
Courriel : philippo@paris.ird.fr
Tél. : 33 01 48 03 77 09

Gérard Salem, géographe de la santé, professeur à l'Université Paris-X (France).
ISD - Espace et Santé, 15-21, rue de l'École-de-Médecine, 75006 Paris
Courriel : gsalem@ext.jussieu.fr
Tél. : 33 01 43 54 13 87

CHARGÉ DE PROJET

Jean-Pierre Éouzan, entomologiste médical, spécialiste des glossines et de la trypanosomiase.

Département Expertise et Valorisation, 213, rue La Fayette,
75480 Paris cedex 10

COORDINATION SCIENTIFIQUE, BIBLIOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE (dev@paris.ird.fr)

Jacques Weber, ex-directeur du département Expertise et Valorisation de l'IRD.

Direction scientifique du Cirad, Nogent-sur-Marne (France)
Courriel : weber@cirad.fr

Marie-José Prigent, chargée de recherche à l'Inserm (France).

Inserm (SC 14), Centre d'expertise collective,
Faculté de médecine Xavier-Bichat, 16, rue Henri-Huchard,
BP 416, 75870 Paris cedex 18

Anne Glanard, documentaliste à l'IRD Paris (France).

Département Expertise et Valorisation
213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10
Courriel : glanard@paris.ird.fr
Tél. : 33 01 48 03 75 39

Sylvie Chalier, gestion administrative, IRD Paris (France).

Département Expertise et Valorisation
213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10
Courriel : chalier@paris.ird.fr
Tél. : 33 01 48 03 76 71

Michèle Bouchez, secrétariat, IRD Paris (France).

Département Expertise et Valorisation
213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10
Courriel : bouchez@paris.ird.fr
Tél. : 33 01 48 03 78 33

Préface

Cet ouvrage collectif est pour nous un outil qui permettra à nos partenaires de mesurer en toute connaissance de cause l'impact des aménagements urbains et des travaux hydroagricoles sur le paludisme et les autres maladies vectorielles.

Rédigé sous la responsabilité d'un groupe d'experts spécialisés dans les domaines de la Santé et du Développement, ce travail répond à une approche collégiale tracée par l'Institut de recherche pour le développement (IRD), en collaboration avec le ministère de la Recherche scientifique et technique du Cameroun. En réponse à la question demandée, le groupe d'experts a analysé et synthétisé, dans une optique multidisciplinaire, les données sélectionnées dans la littérature scientifique répertoriée pour faire face aux risques sanitaires spécifiques, lesquels ont été discutés à la lumière des études réalisées au Cameroun et dans d'autres pays d'Afrique sud-saharienne. Les recommandations proposées apportent des suggestions à la fois en matière de gestion des risques et sur les actions à développer en vue de réduire l'impact sanitaire des travaux de développement.

Croyant en l'universalité de la science et à sa capacité à répondre à certains défis du développement, je donne mon appui à l'équipe qui est au centre de cet ouvrage en lui garantissant tout le soutien de mon département ministériel. Les résultats des investigations entreprises vont contribuer au renforcement des moyens permettant de répondre à un problème crucial de santé publique que sont le paludisme et les autres maladies à vecteurs.

Ce travail représente aujourd'hui un exemple de partenariat à poursuivre pour les projets de développement ; il s'agit de passer d'une approche souvent individuelle à une approche collective intersectorielle, à l'instar de Aire-Développement ou de Projet Campus, par exemple.

Partant de cette nouvelle alliance, l'IRD et le ministère de la Recherche scientifique et technique du Cameroun ont décidé d'unir leurs forces et leurs expériences pour ouvrir de nouvelles perspectives qui, par ailleurs, rejoignent l'idée maîtresse du « Programme stratégique en science et technologie pour le développement » que j'ai élaboré dès mon arrivée à la tête du ministère de la Recherche. L'idée centrale de ce programme repose sur ma conviction qu'au XXI^e siècle le potentiel scientifique camerounais aura atteint un niveau d'excellence suffisamment élevé pour envisager un partenariat durable de recherche pour le développement.

Dans l'avenir, nous resterons à l'écoute de toute remarque ou suggestion propres à améliorer ou harmoniser ce travail d'expertise.

Professeur Henri Hogbe Nlend

Ministre de la Recherche scientifique et technique
Yaoundé, Cameroun

Avant-propos

Le rapport remis par l'Institut de recherche pour le développement (IRD) aux autorités camerounaises sur l'impact sanitaire des grands projets d'aménagement rural et urbain est exemplaire à plus d'un titre.

La recherche scientifique est un instrument remarquable de préparation de l'avenir. Elle doit, pour être digne de la confiance que l'on place en elle, être d'une qualité irréprochable, c'est-à-dire en mesure d'affronter la compétition internationale. Elle doit accepter, pour ce faire, de prendre du champ par rapport aux préoccupations immédiates de la société : c'est une activité par nature réductrice, ésotérique, aléatoire et qui n'aboutit à des résultats significatifs qu'à long terme. Elle est donc mal adaptée aux besoins directs des décideurs politiques, économiques ou sociaux qui, eux, dans l'exercice de leurs fonctions et de leurs responsabilités, ont besoin, vis-à-vis des problèmes qu'ils ont à résoudre, de réponses exhaustives, claires, précises et à court terme – c'est-à-dire présentant des caractéristiques parfaitement opposées.

L'IRD, pour faire face à cette apparente contradiction, a mis au point une technique dite d'expertise collégiale qui, pour tout problème dont la solution relève d'une approche scientifique, permet, en quelques mois seulement, de faire un bilan critique complet de toute la littérature scientifique mondiale pertinente vis-à-vis de ce problème, puis, à partir de ce bilan, d'extraire de cet ensemble de connaissances les réponses attendues par les décideurs et, le cas échéant, d'énoncer un certain nombre de recommandations complémentaires.

Tel était l'enjeu de la question posée à l'IRD par le ministre de la Recherche scientifique et technique du Cameroun, Monsieur Hogbe Nlend, à propos des interférences possibles entre la politique d'aménagement rural et urbain de ce pays et l'incidence des maladies à vecteurs hydriques telles que le paludisme. L'équipe de cher-

cheurs camerounais et français de haut niveau rassemblée à cette fin a su relever ce défi. Sous la présidence éclairée du professeur Albert Samé-Ekobo, ce groupe de savants a utilisé à bon escient l'expertise individuelle de chacun d'eux, dans son domaine propre de recherche, sublimée par le travail collégial du groupe. Le rapport qu'ils ont produit répond de façon précise et compétente aux questions qui leur ont été posées par les décideurs, et cela dans un langage dépouillé de toute ambiguïté formelle. Il faut leur savoir gré de cet engagement et de cette efficacité collective, acquise par la mise en commun, délibérée et généreuse, de leurs compétences individuelles.

Un problème essentiel, bien posé par les autorités politiques, un travail sérieux et multidisciplinaire, une coopération internationale harmonieuse, des réponses à potentialité opératoire immédiate, il y a là de quoi être fier de cette réussite que l'on peut légitimement qualifier d'exemplaire, au sens fort du terme : on ne peut que souhaiter que cet exemple – celui de la première expertise collégiale effectuée par l'IRD en Afrique – serve de modèle à toute une série d'autres expertises collégiales, au Cameroun et ailleurs dans le monde, au service de la grande cause du développement.

Philippe Lazar

Ex-président de l'IRD

Introduction

Jusqu'à une époque récente, les décideurs et les entrepreneurs ne prenaient en considération que la rentabilité économique des projets de développement rural et des aménagements urbains, sans en étudier l'impact sur l'environnement et la santé, en particulier sur le paludisme et les autres maladies à vecteurs liées à l'eau. Ces effets sanitaires potentiels n'étaient pris en charge ni dans la conception, ni dans la réalisation, ni même dans l'évaluation de ces projets.

Aujourd'hui, le doute n'est plus permis, comme le prouve la masse des résultats scientifiques acquis pendant la dernière décennie. Il est unanimement reconnu que les grands travaux d'aménagements, ruraux et urbains, ont un impact à court, moyen ou long terme sur l'incidence des maladies vectorielles. Dès lors, les acteurs, économiques et politiques, sont tenus de prendre en compte ces risques.

Permettre d'améliorer, dès le stade de leur conception, la gestion de tels projets par la prise en considération rationnelle des risques sanitaires est l'objectif spécifique de la présente analyse. Elle a été conçue à la demande de la partie camerounaise, au cours d'un atelier sur le paludisme qui s'est tenu à Yaoundé les 10 et 11 mai 1999. Cette analyse a été réalisée à l'initiative conjointe du ministère camerounais de la Recherche scientifique et technique et de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), selon la technique de l'expertise collégiale mise au point par cet organisme.

Cette expertise présente l'analyse critique de quelque 380 articles scientifiques sélectionnés.

Le rapport de synthèse, qui renvoie à diverses annexes le complétant :

- définit la nature des travaux de développement en cause ;
- décrit les risques sanitaires connus pour leur être associés ;

- précise ce qu'est, plus spécifiquement, la situation camerounaise en matière de risques liés aux travaux d'aménagement de l'environnement ;
- analyse la méthodologie permettant d'intégrer la dimension sanitaire dans les projets de développement ;
- présente une série de recommandations opérationnelles.

Synthèse

Recommandations

Synthèse – point 1

Les projets de développement en milieu rural et d'aménagements urbains

Dans les pays intertropicaux, le milieu rural et les sites urbains sont diversement aménagés et exploités pour leur développement socio-économique, en fonction de la demande en énergie et en denrées alimentaires, ou pour faire face à une urbanisation particulièrement rapide.

En Afrique comme en Asie, en milieu rural, l'irrigation, les barrages et les complexes agro-industriels constituent les entreprises majeures permettant à l'homme de produire davantage de nourriture et d'énergie. En première place figurent, dans leur diversité, les complexes agro-industriels. Puis viennent les barrages utilisés, selon le secteur, pour l'irrigation ou pour la production d'énergie électrique, enfin la culture, dont la riziculture, qui, sous une forme ou une autre, se retrouve dans plus de 70 % des pays sud-sahariens. Quant aux processus d'urbanisation, à de rares exceptions près, ils nécessitent des systèmes de gestion appropriés qui tiennent compte du contexte socio-économique local et des priorités du pays.

PROJETS DE DÉVELOPPEMENT EN MILIEU RURAL

Trois secteurs de développement feront l'objet de la présente analyse, étant donné leur importante implantation en milieu rural : les complexes agro-industriels, les barrages et la riziculture.

COMPLEXES AGRO-INDUSTRIELS

En milieu rural, l'implantation des complexes agro-industriels a des répercussions diverses sur l'environnement et l'épidémiologie de certaines maladies transmissibles (annexe 1).

Les complexes agro-industriels se trouvent au centre de différents courants sociaux et biogéographiques. Ils expriment, diversement, plusieurs pathologies qui ont fait l'objet d'études approfondies par des équipes pluridisciplinaires de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), alors Orstom¹ (annexe 1).

Le complexe agro-industriel crée, de par son environnement physique et socio-économique, une zone de mosaïque semi-rurale. Il devient, ainsi, une aire de transition et d'association des pathologies des zones rurales (dominées en Afrique par le paludisme et les autres maladies vectorielles liées à l'eau) ainsi que des maladies hydriques et des nuisances caractéristiques des zones urbaines.

Dans les cas d'implantation d'une industrie sucrière, lorsque les facteurs de risque liés aux travaux d'aménagement ne sont pas pris en compte dans la gestion des activités, les cultures extensives et l'usinage aboutissent à la création de communautés urbanisées de moyenne importance caractérisées par un accroissement rapide, et mal maîtrisé, de la population et par un sous-équipement, sanitaire et social, relatif.

BARRAGES

On distingue deux grandes catégories d'ouvrages : les « grands » et les « petits » barrages. Mais, de façon générale, les sites des différents types de barrages et leurs périmètres induisent des modifications hydrologiques, géodynamiques et écosystémiques qui favorisent la transmission des maladies à vecteurs liées à l'eau et la prolifération des vecteurs de certains parasites, bactéries et virus (annexes 2 et 4).

Parmi les grands barrages, certains sont à vocation hydroélectrique (construits pour la production de l'énergie électrique), d'autres sont des barrages mixtes à vocation agricole, piscicole et

¹ Orstom : Office de la recherche scientifique et technique outre-mer, devenu en 1998, Institut de recherche pour le développement (IRD).

hydroélectrique. Les annexes des grands barrages (le déversoir, les dispositifs de vidange et de prise d'eau) ainsi que le lac de retenue et le lit de la rivière en aval revêtent une grande importance du point de vue épidémiologique car ils peuvent constituer des biotopes particulièrement favorables au développement des vecteurs. De plus, le site d'implantation des grands barrages couvre des surfaces suffisamment grandes pour entretenir un microclimat humide, favorable au développement des moustiques et autres insectes vecteurs, et un *biotope propice* pour les mollusques hôtes intermédiaires de maladies parasitaires (annexe 4).

Les petits barrages sont exclusivement des barrages de retenue. Il s'agit, pour la plupart d'entre eux, d'ouvrages de dimensions modestes destinés à l'approvisionnement en eau de certaines villes et localités enclavées de montagne. Ils peuvent, notamment, servir d'abreuvoir pour le bétail et de réserve d'eau pour les cultures (annexe 4).

LA RIZICULTURE

Le développement de la riziculture aboutit à la création de vastes étendues d'eau et de végétation immergée qui constituent des milieux dynamiques particuliers où sont réunies les conditions favorables à la pullulation des moustiques et d'autres vecteurs de maladies.

Sur le plan écologique, la physionomie des zones cultivées se caractérise par l'abondance des biotopes productifs en moustiques et en mollusques hôtes intermédiaires de maladies.

Les casiers à riz constituent des gîtes favorables au développement des formes préimaginales de nombreux genres et espèces de *Culicidae*, différents selon les régions et le stade de croissance du riz.

Les canaux d'irrigation et les drains, s'ils sont mal entretenus, peuvent offrir des conditions propices à la présence d'une végétation aquatique et la faible vitesse du courant favorise alors le développement des mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose, notamment les bulins et des planorbes.

Le lac de retenue est, lui aussi, un milieu propice au développement des mollusques lorsque les rizières sont irriguées à partir d'un barrage. Il présente également des conditions favorables aux maladies hydriques car, dans la plupart des cas, la retenue est utilisée pour les besoins domestiques et comme eau de boisson.

AMÉNAGEMENTS URBAINS

L'un des phénomènes les plus remarquables de ces vingt dernières années dans les pays tropicaux est l'explosion démographique, qui s'est traduite par un fort exode rural. Le processus d'urbanisation, très récent en Afrique, a été brutal et mal contrôlé. Le Cameroun n'a pas échappé à ce processus, avec pourtant deux originalités majeures :

- un développement quasi simultané de plusieurs grands centres urbains et la présence d'un réseau de villes secondaires notable ;
- une répartition spatiale des centres urbains dans des zones écologiques très différentes.

Les questions sanitaires, dans les grandes ou les petites villes, sont caractérisées par deux éléments clés, les problèmes généraux d'hygiène urbaine et les disparités intra-urbaines dans la gestion des eaux, lesquels s'associent aux facteurs socio-économiques et culturels pour déterminer le développement et la distribution des moustiques et des maladies à vecteurs.

Dans tous les cas, la répartition spatiale de la population urbaine est hétérogène, dense et ouverte. Elle dépend des facteurs conditionnant l'hygiène urbaine et les disparités intra-urbaines telles que les voies de communication, le réseau d'adduction d'eau, l'électrification et les pratiques agropastorales et piscicoles *intra-muros*. Des écarts de santé considérables sont observés, la santé des citoyens les plus pauvres étant pire que celle des paysans.

Il importera donc de tenir compte de cette diversité des situations urbaines dans l'appréciation des facteurs de risque du paludisme et des maladies à vecteurs liées à l'eau dans ces biotopes.

Synthèse – point 2

Les risques sanitaires associés

L'étude de l'impact sanitaire des projets d'aménagement de l'environnement a connu une évolution sensible, sur le plan qualitatif, avec l'amélioration des diagnostics des maladies à vecteurs dans les pays en développement. Le scepticisme persiste, cependant, pour la quantification exacte des risques observés. Dans la plupart des cas, les grands travaux sont la principale cause probable de l'accroissement des maladies vectorielles observé dans l'environnement des ouvrages. Mais d'autres facteurs y participent, comme le niveau général de l'hygiène, l'état des centres de santé, l'accès aux soins, la disponibilité des médicaments, etc. Plusieurs études suggèrent l'existence d'associations possibles de ces différents facteurs dans la zone d'influence des projets. Cette association peut être « négative » avec l'aggravation de la situation, ou « positive » avec l'augmentation des revenus qui permet d'améliorer la prévention et le traitement des maladies à vecteurs, notamment le paludisme.

RISQUES QUALITATIFS

Les résultats, publiés, sur la nature des risques sanitaires encourus dans l'environnement des travaux d'aménagement en milieu tropical permettent d'identifier trois principales influences des modifications environnementales à l'origine des nuisances et des déterminants des maladies vectorielles lorsque les mesures préventives ne sont pas prises dès la conception des projets :

- la prolifération des vecteurs liée à la multiplication des sites favorables à leur développement ;
- l'augmentation du flux migratoire des populations humaines ;
- l'aggravation ou la transformation des pathologies déjà pré-

sentes dans la zone d'aménagement et/ou l'apparition de maladies nouvelles dans la région.

MODIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES

Tout aménagement du milieu naturel est le point de départ de modifications, plus ou moins rapides, de l'environnement qui sont de deux types : les modifications écosystémiques et les transformations hydrobiologiques.

Les modifications écosystémiques en milieu aquatique sont elles-mêmes dominées par deux éléments :

- la création, ou la prolifération, des gîtes larvaires favorables aux arthropodes et aux mollusques dans les différents biotopes² (drain, lac de retenue, etc.) qui sont créés, ou amplifiés, par les projets (annexe 3) ;
- le développement de la faune favorable à la transmission des maladies, et des plantes qui servent de gîte écologique, sinon de support, à certains insectes vecteurs et mollusques hôtes intermédiaires de diverses parasitoses.

Les transformations hydrobiologiques et l'apparition de microclimats liées à l'élévation de la nappe phréatique offrent à certaines espèces animales, et à leur support végétal, des conditions propices à leur développement tout au long de l'année.

Les effets conjugués de ces phénomènes ont été bien étudiés au Cameroun et dans d'autres pays d'Afrique (annexes 2 et 3). Ils se traduisent souvent par un développement de la faune vectorielle pouvant s'accompagner d'un accroissement de la transmission du paludisme ou d'autres maladies à vecteurs. Mais il faut être prudent et se garder de toute généralisation hâtive de type : plus de gîtes à anophèles donc plus de transmission donc plus de paludisme. Par exemple, un « paradoxe épidémiologique » a été observé dans la zone rizicole de la vallée de Kou (Burkina Faso). La riziculture a effectivement permis la prolifération du vecteur majeur

² Milieu biologique peu étendu qui rassemble un groupement d'êtres vivants soumis à des conditions relativement identiques de l'environnement.

(*An. gambiae*) mais l'intensité de la transmission n'a pas augmenté, cela étant probablement dû à un phénomène de régulation naturelle des populations anophéliennes, avec une réduction de la longévité survenant lorsqu'il y a une augmentation de la densité. Une situation entomo-épidémiologique comparable (augmentation de la densité anophélienne, mais pas de l'intensité de la transmission du paludisme) a été récemment observée dans les zones rizicoles du nord de la Côte d'Ivoire (région de Korhogo).

L'analyse des risques doit par conséquent porter sur la situation locale concernée en se fondant sur les connaissances et les expériences acquises sur le plan local et général.

FLUX MIGRATOIRES DES POPULATIONS HUMAINES

L'importance des mouvements de populations est diversement estimée. D'une façon générale, dans les zones des projets d'aménagement, il se crée une dynamique des populations humaines (ingénieurs, ouvriers, familles, touristes), associée aux travaux de construction eux-mêmes, qui, d'une manière ou d'une autre, influence la contamination des vecteurs et des hôtes intermédiaires sur le site considéré (annexe 4). De par leur état physiopathologique vis-à-vis des agents pathogènes locaux, ces migrants, hommes, femmes et enfants, peuvent représenter un risque considérable. Ils peuvent, en effet, créer une nouvelle situation épidémiologique des maladies locales (augmentation des « réservoirs »), ou « importer » certaines maladies. Le risque est aussi fonction du statut immunitaire initial de ces populations migrantes et du niveau d'endémo-épidémicité de la pathologie locale. Néanmoins, le simple accroissement de la population locale peut amplifier l'incidence et la prévalence de la maladie. Cette expansion démographique liée au projet est toutefois susceptible de s'accompagner d'une élévation du niveau de vie permettant à ces populations de mieux subvenir à leurs besoins de santé.

Le risque réside dans les méthodes de conception des projets, auxquelles s'ajoutent les facteurs bioclimatiques et socio-économiques locaux. Dans ces conditions, il faut souligner l'importance du niveau d'éducation de la population, ainsi que de la disponibilité et

de l'efficacité des services de santé. Lorsque ces facteurs sont pris en compte dès la conception du projet et lors de sa mise en œuvre, l'impact socio-sanitaire des travaux d'aménagement pourra être considérablement réduit et compatible avec les retombées économiques attendues.

TRANSFORMATION DES PATHOLOGIES DÉJÀ PRÉSENTES ET/OU APPARITION DE NOUVELLES MALADIES DANS LA ZONE D'AMÉNAGEMENT

Pathologies déjà présentes dans la zone d'aménagement

Les maladies déjà présentes dans la zone d'aménagement peuvent évoluer en changeant de tableau clinique.

En milieu rural, l'épidémiologie du paludisme peut ainsi changer avec une humidité relative permanente (permettant une meilleure longévité des vecteurs) et la multiplication des gîtes larvaires créés dans l'environnement d'un aménagement hydroagricole, augmentant la densité des vecteurs.

En zone de paludisme instable, les nouveaux facteurs écologiques peuvent accroître les risques de paludisme au sein des populations locales non prémunies ; la situation peut prendre alors une allure épidémique. Les aménagements rizicoles dans la vallée de la Rusizi au Burundi, zone de paludisme peu stable, se sont traduits, entre autres, par des poussées épidémiques qui ont nécessité des actions de lutte antivectorielle à grande échelle. De telles opérations, avec de grands programmes d'aspersions intradomiciliaires classiques, ont été indispensables pour maîtriser les épidémies de paludisme liées à la riziculture sur les hauts plateaux de Madagascar.

En milieu urbain africain, l'un des concepts de base concerne la présence, et l'hétérogénéité, de la transmission du paludisme. Sur le plan entomologique, la situation est caractérisée par la tendance des populations de moustiques du genre *Culex* à se développer dans les eaux polluées et chargées de matière organique des quartiers centraux et urbanisés, au détriment de la faune anophélienne (annexes 2 et 6),

avec pour conséquence une baisse de la transmission et du niveau d'immunité des citadins qui, par ailleurs, consomment davantage d'antipaludiques que les ruraux. Cette situation résulte des conditions de pollution dans les quartiers centraux qui sont défavorables aux anophèles vecteurs et à des modifications des comportements des individus qui privilégient une automédication, plus ou moins bien conduite, plutôt qu'une prise en charge médicale correcte des accès palustres. La chimiorésistance n'est, cependant, pas un phénomène strictement urbain, elle s'observe aussi bien dans les zones rurales, mais à des niveaux généralement moins élevés, qu'en ville.

Le paludisme prend ainsi, en milieu urbain, une forme particulière avec le développement de souches plasmodiales chimiorésistantes et l'apparition d'un paludisme-maladie qui affecte toutes les classes d'âge.

Pour la bilharziose, il a été démontré que, à partir d'un certain seuil de prévalence, la maladie ne peut plus régresser sensiblement sous l'effet du seul traitement médical et qu'il faut développer une lutte intégrée incluant l'aménagement de l'environnement.

S'agissant de la trypanosomiase humaine africaine, une augmentation du nombre de cas est à craindre lorsqu'un projet de développement s'implante à proximité de forêts-galeries abritant des gîtes de ponte de glossines ou dans le cas d'arrivées de travailleurs migrants contaminés. Dans la plantation de canne à sucre de la vallée de la Sanaga, au Cameroun, malgré un risque potentiel, il n'y a pas eu d'augmentation du nombre de cas de trypanosomiase humaine africaine (annexe 5).

Parfois, l'évolution des maladies et des nuisances autour des ouvrages se fait dans le sens d'une diminution ; certains moustiques dont les larves s'adaptent à de petites collections d'eau peuvent subir un impact négatif sur leur croissance lors de la mise en eau des barrages.

Dans le même contexte, le risque de la trypanosomiase humaine africaine diminue généralement à la suite des travaux d'aménagements hydrauliques (annexe 5).

Nouvelles pathologies dans la zone d'aménagement

Les modifications de l'environnement induites par les travaux et par l'afflux des populations humaines peuvent constituer un risque particulier, s'il y a création, ou multiplication, de gîtes favorables à de nouvelles espèces de vecteurs et/ou à la contamination des vecteurs locaux par de nouvelles souches parasitaires importées.

Dans le cas des barrages (annexe 4), il peut se former, au niveau de la digue, des gîtes à simules, avec un risque de transmission de l'onchocercose, lorsque les déversoirs sont profilés en marche d'escalier ou lorsque le débit est rapide dans le lit de la rivière en aval. Si, au contraire, le débit est lent, avec des biefs formant des flaques ou des mares pérennes, il peut s'y développer des gîtes à mollusques et à cyclopidés, respectivement hôtes intermédiaires de la bilharziose et du ver de Guinée.

D'autres enquêtes font apparaître que la baisse du niveau de la retenue, consécutive à l'alimentation des turbines du barrage, crée des collections d'eau multiples favorables à la reproduction des vecteurs, en particulier pendant la saison sèche, qui, normalement, est une période peu favorable à leur reproduction.

En résumé, les données disponibles sur les risques de paludisme liés aux travaux de modification de l'environnement montrent que l'évolution de la situation est surtout fonction du degré initial de stabilité du paludisme dans la zone considérée.

En zone de paludisme instable, l'expérience montre que les risques de poussées épidémiques sont réels et nécessitent que soient prises des mesures entomologiques et médicales pour éviter ou juguler rapidement de telles poussées et en prévenir de nouvelles.

En zone urbaine, les modifications de l'environnement peuvent favoriser l'accroissement local de gîtes favorables aux vecteurs et une distribution spatio-temporelle différente du paludisme. Mais la situation inverse peut être obtenue si le projet est bien conçu, en prenant ce risque en compte et en éliminant, ou en évitant la création, de tels gîtes larvaires.

La bilharziose et l'onchocercose subissent un double impact, à savoir l'augmentation du nombre de cas de maladie et l'expansion des populations des vecteurs et hôtes intermédiaires de ces endémies lors de modifications de l'environnement.

La filariose de Bancroft, la maladie du sommeil, les arboviroses et le ver de Guinée sont relativement peu influencés par les grands travaux d'aménagement (annexe 4). Toutefois, le risque d'apparition de la trypanosomiase humaine africaine en périphérie, voire en zone urbaine, et des arboviroses dont la fièvre jaune, n'est pas nul. Si l'eau n'intervient pas directement dans l'écologie des glossines, elle n'en demeure pas moins importante en termes d'humidité relative ambiante et permanente, favorisant la longévité des mouches et de différents genres de moustiques, vecteurs potentiels d'arbovirus qui ont été récoltés sur des sites de barrages (annexe 5).

RISQUES QUANTITATIFS

La quantification des risques apparaît dans les différents travaux sous forme d'études d'association entre les modifications de l'environnement et les maladies vectorielles, et d'analyses des variations de fréquence, de prévalence, ou des tableaux de morbidité en fonction des zones d'aménagement elles-mêmes.

Les différentes études s'accordent sur le fait que le paludisme et les maladies à transmission vectorielle, ainsi que nombre de nuisances, connaissent des modifications sensibles avec les travaux d'aménagement, surtout lorsque ceux-ci sont de grande envergure. Il est très difficile de quantifier ce lien causal à l'échelle locale car les variations des pathologies et des nuisances dans les sites des travaux d'aménagement sont globalement corrélées au niveau général de développement économique. En effet, comment savoir, à coup sûr, qu'en milieu rural c'est bien, et uniquement, la prolifération des moustiques qui est associée à l'augmentation du nombre de cas de paludisme et non pas l'évolution de l'une des multiples variables environnementales, économiques ou démographiques ? Quelles données

quantifier pour expliquer la baisse du nombre de cas de paludisme en milieu urbain où la pollution des milieux aquatiques est importante ? Cette réduction du paludisme est-elle due à la diminution de la densité d'anophèles ou à une meilleure prise en charge thérapeutique et préventive de la maladie par la population urbaine, plus sensible à la maladie et à la nuisance culicidienne ?

Ces interrogations montrent les limites de la quantification des risques des travaux d'aménagement, sans pour autant réduire l'intérêt des études des relations causales entre ces modifications anthropiques de l'environnement et les maladies vectorielles.

RISQUES QUANTITATIFS DANS LES COMPLEXES AGRO-INDUSTRIELS

En milieu rural, l'environnement de tout complexe agro-industriel se caractérise par son hétérogénéité vis-à-vis des pathologies, avec une opposition très nette entre le centre, où se situe l'usine, et la périphérie qui est le lieu d'une juxtaposition de risques de pathologies variées (annexe 1). Le risque du paludisme évolue dans le même sens : il est maximal dans les quartiers périphériques éloignés de l'usine et variable dans les quartiers centraux en fonction des paramètres liés à l'urbanisation.

Au Cameroun, dans la région du complexe sucrier de Mbandjock, l'onchocercose est hyperendémique dans la plupart des villages entourant le centre de Mbandjock. L'importance du risque onchocercarien s'explique par les densités importantes du vecteur le long des galeries forestières, dans les champs de canne à sucre et, dans une moindre mesure, à l'orée des quartiers périphériques.

Au Burkina Faso, il a été démontré que l'onchocercose est fonction de la densité humaine : au-dessus d'un certain seuil de population, la transmission se dilue, montrant de faibles taux d'infestation dans les quartiers centraux.

RISQUES QUANTITATIFS DANS LES SITES DES BARRAGES

L'évolution des maladies, sous l'influence des barrages, a souvent été quantifiée en termes de prévalence, de morbidité et d'évolution

de l'endémicité des maladies en fonction de leurs vecteurs. Dans la région de Bamendjin, au Cameroun, les prospections menées de façon comparative dans trois villages du périmètre du lac de retenue, et dans trois autres villages qui en sont éloignés, ont montré que les taux de prévalence du paludisme et de l'onchocercose diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du barrage. Parallèlement, des enquêtes entomologiques et malacologiques ont révélé la prolifération d'une faune extrêmement variée et abondante, laissant planer la menace de flambées d'une douzaine de maladies vectorielles liées à l'eau si les invertébrés hôtes intermédiaires potentiels venaient à être contaminés (annexe 4).

Selon la taille de l'ouvrage, les petits aménagements hydrauliques sont souvent générateurs de nouveaux foyers de maladies ou d'aggravation de foyers existants. Les petits barrages se sont ainsi multipliés au cours des dernières décennies dans les zones de savane et du Sahel d'Afrique de l'Ouest. La généralisation de ce type d'aménagement a fait remonter de 200 km vers le nord la limite septentrionale de distribution de l'onchocercose, avec la création de petits foyers très localisés, chacun centré sur un village.

Les grands barrages hydroélectriques, caractérisés par la création, en amont, d'un vaste lac de retenue, surtout dans les pays de plaine (Burkina Faso, Cameroun, Ghana, Mali, Togo, etc.), présentent de faibles pentes et le risque de constituer des sites favorables au développement préimaginal des simuliées vectrices de l'onchocercose y est moins élevé que pour les petits barrages.

RISQUES QUANTITATIFS LIÉS À LA RIZICULTURE

L'analyse des variations des indices parasitaires et de la dynamique des populations des vecteurs des maladies, par rapport aux périodes de mise en culture des zones irriguées, en Afrique, montre deux tendances, selon la stabilité initiale du paludisme dans la région :

- en zone de paludisme stable, l'implantation et le développement de la riziculture ne se traduisent pas par une aggravation de la situation palustre (cas du Burkina Faso, de la Côte d'Ivoire, du Cameroun, etc.) ;

■ en zone de paludisme instable, la riziculture peut être à l'origine de flambées épidémiques mortelles touchant toutes les classes d'âge de la population de la zone (cas du Burundi et de Madagascar, zone des hauts plateaux). Dans la plaine de la Rusizi, au Burundi, les prévalences plasmodiales sont plus élevées dans la zone du projet qu'à l'extérieur.

En revanche, la prévalence parasitaire n'est pas un bon indicateur en zone de paludisme stable ; il est alors préférable de considérer l'incidence et la morbidité palustres, mais celles-ci sont souvent le reflet de la qualité et de l'utilisation des services de santé ainsi que des comportements humains.

Les espèces anophéliennes qui se développent dans la rizière varient selon la région géographique et le stade d'évolution du riz. La dynamique de la transmission peut alors, localement, être corrélée non seulement au rythme des pluies mais aussi, et surtout, au stade de la riziculture. Ainsi, lorsque le vecteur majeur est *An. gambiae*, espèce héliophile, la transmission peut être importante au début (mise en eau, repiquage, etc.) et à la fin de la culture du riz (Burkina Faso, Côte d'Ivoire). Lorsque le vecteur majeur est *An. funestus* (espèce héliophobe), la transmission est importante en phase de maturation du riz (Madagascar).

Lorsqu'il y a deux campagnes de culture, il peut y avoir deux pics de poussée de transmission du paludisme (nord de la Côte d'Ivoire) ou un seul (vallée du Kou, Burkina Faso).

La connaissance de la biologie des vecteurs locaux permet par conséquent de prévoir les périodes de risque maximal et de prendre, à temps, les mesures adéquates.

RISQUES QUANTITATIFS EN MILIEU URBAIN

La transmission du paludisme en milieu urbain est caractérisée par la faible densité des anophèles dans les quartiers centraux et urbanisés et par une grande hétérogénéité liée aux situations écologiques et sociologiques locales (annexes 1 et 6). Le risque de transmission du

paludisme est plus important dans les quartiers périphériques, moins urbanisés, que dans les quartiers centraux (annexes 1 et 3). Ce risque est corrélé à plusieurs facteurs dont la capacité de dispersion des anophèles et la disponibilité des gîtes larvaires propices à leur développement. Dans ces conditions, les prévalences plasmodiales et l'agressivité des vecteurs tendent à régresser de façon significative lorsque la distance séparant les habitations des gîtes larvaires ou l'accessibilité des maisons par rapport aux gîtes augmentent.

L'agriculture urbaine et périurbaine, dominée par les cultures maraîchères, représente une importante source de gîtes larvaires d'origine anthropique qui va favoriser une transmission du paludisme, ce qui a été mis en évidence à Mbandjock au Cameroun ainsi qu'à Bouaké en Côte d'Ivoire, où des rizières se sont développées au centre de la ville (annexes 1 et 2).

Synthèse – point 3

La situation spécifique du Cameroun en termes de projets de développement et de risques sanitaires associés

Au Cameroun comme dans les autres pays tropicaux en développement, les grands projets d'aménagement représentent la principale méthode permettant à l'homme de produire plus de nourriture et d'énergie, moyennant des modifications de son environnement.

On a initialement construit des grands barrages (comme ceux de Édéa et Songloulou) pour assurer l'indépendance énergétique du pays, puis des complexes agro-industriels pour renforcer et diversifier les exportations. Les barrages mixtes (Bamendjin) et les petits barrages (dans les monts Mandara) ont fait leur apparition plus tardivement,

au cours de la décennie 1970-1980, pour apporter l'autosuffisance alimentaire aux populations. En milieu rural, ces aménagements peuvent s'accompagner de risques épidémiologiques (bilharziose, paludisme, onchocercose...), comme cela ressort de plusieurs études (annexe 4). En milieu urbain, le processus de développement s'est souvent fait de façon anarchique, sans plan directeur, avec, entre autres, des implantations d'usines en plein centre urbain, dont les effluents sont hautement néfastes pour les écosystèmes aquatiques.

COMPLEXES AGRO-INDUSTRIELS

Au Cameroun, le processus de développement est fortement marqué par l'implantation de plusieurs complexes agro-industriels, tels ceux de la Société sucrière du Cameroun (Sosucam) incluant la Cameroon Sugar Company (Camsuco) sur les bords du fleuve Sanaga. Ces aménagements ont des répercussions diverses sur l'environnement et l'épidémiologie de certaines maladies transmissibles.

L'implantation de l'industrie sucrière, non loin de la Sanaga, a été à l'origine de la création de la communauté urbaine de Mbandjock, ville de moyenne importance, caractérisée par un accroissement rapide, et mal maîtrisé, de la population, par un sous-équipement sanitaire et social et par de forts mouvements migratoires consécutifs aux cultures sucrières. Mbandjock connaît, en effet, une croissance rapide en populations d'origines diverses, avec de fortes disparités spatiales liées à la juxtaposition de quartiers différents selon l'ethnie et la classe sociale (annexe 1).

ENVIRONNEMENT PHYSIQUE, ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DU COMPLEXE SUCRIER DE Mbandjock

Située en zone de mosaïque forêt-savane (guinéo-soudanienne), dans une région humide où la culture de la canne à sucre ne nécessite pas d'irrigation, Mbandjock est aussi une zone de transition entre les pathologies de la zone soudano-sahélienne du nord, domi-

née par la bilharziose, et de la zone équatoriale, forestière, du sud marquée par les filarioses, la trypanosomiase humaine africaine et le paludisme à transmission continue. Mbandjock, se trouvant au centre de ces différents courants sociaux et biogéographiques, exprime diversement ces pathologies.

La mise en valeur du bas-fond du quartier Mambrah (comme les autres bas-fonds entourant les quartiers de la ville de Mbandjock) par les cultures maraîchères, pendant la grande saison sèche, représente la principale source de gîtes larvaires d'origine anthropique qui va favoriser une transmission du paludisme durant la saison sèche (entre décembre et février) et assurer la pérennité de la transmission entre les deux saisons des pluies.

Cette activité agricole périurbaine est l'une des caractéristiques des villes agro-industrielles et la population la pratique régulièrement pour assurer sa subsistance.

PALUDISME ET AUTRES MALADIES VECTORIELLES À Mbandjock

La région de Mbandjock a fait l'objet d'études approfondies conduites par des équipes pluri-disciplinaires de l'IRD, alors Orstom. De ces travaux, il ressort principalement une très grande hétérogénéité de la zone vis-à-vis du paludisme, de l'onchocercose, de la bilharziose et des nématodoses intestinales, avec une opposition très nette entre le centre de la ville et les périphéries (annexe 5).

Pour le paludisme, les prévalences (majoritairement à *Plasmodium falciparum*) sont maximales dans les quartiers périphériques Gare, Plateau et Bilingue, situés à proximité des zones inondables où se développent les stades préimaginaux de *Anopheles gambiae*, le principal vecteur. Les quartiers centraux sont diversement touchés. Dans le quartier Mambrah, étudié en fonction de plusieurs paramètres liés à l'urbanisation, les gîtes larvaires d'anophèles sont localisés dans le marécage qui borde le quartier, tandis que les prévalences plasmodiales et l'agressivité des vecteurs tendent à baisser de façon significative lorsque les densités de population humaine et la distance séparant les habitations des gîtes larvaires augmentent.

Cette disparité spatiale a aussi été mise en évidence dans deux quartiers de la ville d'Édéa où se trouve le complexe industriel de transformation de l'aluminium Alucam (annexe 5).

Mbandjock évoque le cas de la ville de Pikine au Sénégal qui, avec une superposition de la géographie du risque anophélien, des densités de population et du niveau socio-économique, individualise différents types de situations épidémiologiques en matière de paludisme (annexe 6).

L'onchocercose est très répandue dans la région de Mbandjock, le taux d'infestation s'élevant à 30,6 % en ville et 70 % (dont environ 5 % d'aveugles) dans les villages situés sur les bords du fleuve Sanaga (annexe 4). Les villages qui entourent la ville de Mbandjock et, dans une moindre mesure, les quartiers périphériques sont hyper-endémiques. Les densités de simules sont élevées le long des galeries forestières, dans les champs de canne à sucre et à l'orée des quartiers périphériques, alors que les quartiers du centre de la ville apparaissent épargnés. En dehors des quartiers périphériques, seuls les sujets (des hommes pour la plupart) dont l'activité professionnelle les mène de façon répétée au contact des simules dans les champs semblent exposés à cette parasitose dont la morbidité est liée à l'accumulation de piqûres infestantes (annexe 1).

Quatorze cas seulement de bilharziose, sans doute contractés en dehors de la ville, ont été diagnostiqués en 1991. Vingt ans plus tôt, le taux de prévalence s'élevait à 52 % pour la forme urinaire parmi les sujets adultes originaires de l'extrême nord du pays. La bilharziose urinaire ne s'est donc pas implantée dans la ville, malgré la présence récente de bulins dans les cours d'eau avoisinants (annexe 2). La mise en place de bornes-fontaines dans la ville et l'absence de canaux d'irrigation ont vraisemblablement contribué à diminuer les contacts homme-vecteur autour des points d'eau.

BARRAGES

Au Cameroun, les grands barrages sont la source principale de la production d'énergie électrique pour l'ensemble du territoire.

Cependant, la demande croissante en denrées alimentaires dans la sous-région de l'Afrique centrale et le souci de maintenir l'autosuffisance alimentaire pour faire face à une forte croissance démographique poussent les décideurs camerounais à utiliser les grands barrages non seulement pour la production d'énergie mais également à des fins agropastorales (annexe 4).

TYPES DE BARRAGES ET MODIFICATIONS ASSOCIÉES DE L'ENVIRONNEMENT

Sept grands barrages et une dizaine de petits barrages sont en service au Cameroun ; quatre autres sont en projet. Parmi les grands barrages, cinq sont hydroélectriques, propriété de l'État, construits et gérés par la Société nationale d'électricité du Cameroun (Sonel) pour la production de l'énergie électrique. Les deux autres sont des barrages mixtes, à vocation agricole et piscicole d'une part, hydroélectrique d'autre part. La répartition géographique de ces ouvrages traduit le souci des décideurs de pourvoir l'ensemble du territoire national en électricité (carte 3).

Par opposition aux grands barrages, tous les petits barrages sont exclusivement des barrages de retenue pour les besoins domestiques en eau. Ce sont des ouvrages de dimensions modestes, construits dans certaines villes (Yaoundé, Mokolo). Sous l'angle écologique, les données concordantes montrent que l'impact de ces barrages, grands et petits, sur la santé humaine concerne le paludisme, la bilharziose, l'onchocercose, la filariose de Bancroft et la dracunculose (annexe 4).

IMPACT DES BARRAGES SUR LE PALUDISME ET AUTRES MALADIES VECTORIELLES

Au Cameroun, les conséquences des modifications de l'environnement induites par les barrages se retrouvent à deux niveaux des troubles, classiquement connus, du point de vue nosologique :

- la transformation des pathologies déjà présentes dans la zone d'aménagement ;

- l'apparition de nouvelles maladies, pendant ou après l'achèvement des travaux de construction du barrage.

C'est le cas pour le paludisme et l'onchocercose dans la région de Bamendjin et du paludisme ainsi que de la bilharziose dans la région de Lagdo. Une augmentation du nombre de cas de trypanosomiase humaine africaine est aussi à craindre lorsqu'un projet de développement s'implante à proximité de forêts-galeries abritant des gîtes de ponte de glossines ou dans le cas de travailleurs migrants déjà contaminés (annexe 5).

Dans les monts Mandara, au niveau de la digue de petits barrages, les cascades créent souvent des gîtes à simulies (*Simulium damnosum*), notamment sur les déversoirs profilés en marche d'escalier comme celui du barrage de Djingliya (annexe 4). Lorsque le débit dans le lit de la rivière en aval est rapide, les larves et les nymphes des simulies se fixent à même le sol. Si, au contraire, le débit est lent, avec des biefs formant des flaques ou des mares pérennes, il se développe des gîtes à mollusques et à cyclopidés, respectivement hôtes intermédiaires de la bilharziose et du ver de Guinée.

RIZICULTURE

Des projets rizicoles de grande envergure ont été réalisés à différents endroits du pays : la plaine du Logone, la vallée de la Bénoué, la plaine de Ndop et la plaine des M'bos. Parmi ces projets fonctionnels (excepté celui de la plaine des M'bos), celui de la plaine du Logone est le plus important, et le plus étudié, de par sa superficie (près de 20 000 ha de rizières).

PHYSIONOMIE DES ZONES CULTIVÉES

L'implantation des projets rizicoles a entraîné des transformations profondes de l'environnement au Cameroun. Tous ont abouti à la création de plusieurs centaines d'hectares de rizières où pullulent

des moustiques et, plus particulièrement, des anophèles vecteurs du paludisme. L'absence de végétation aquatique, et d'ombre, dans ces rizières les rend peu favorables au développement des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes.

Avec le projet d'expansion et de modernisation de la riziculture de Yagoua (Semry), d'autres biotopes ont été créés, ou modifiés, en relation étroite avec les rizières, il s'agit :

- des canaux d'irrigation et des drains qui offrent des conditions favorables au développement des bulins et des planorbes grâce à la présence d'une végétation aquatique et à la faible vitesse du courant ;

- du lac de retenue, milieu très propice au développement des mollusques, cette retenue d'eau permanente permettant l'irrigation des rizières tout au long de l'année ; l'eau du lac est aussi utilisée pour la boisson et les activités domestiques, et plusieurs formes de pêche se développent (avec la pirogue, le filet, la nasse ou la ligne) ;

- du fleuve Logone, seul cours d'eau permanent de la région, qui permet l'irrigation directe des rizières de Yagoua et indirecte des rizières de Maga ; son courant rapide et la rareté de la végétation aquatique font de son lit majeur un milieu propice au développement des mollusques lamelibranches (ou bivalves³) et de certains mollusques gastéropodes prosobranches⁴ ;

- du Mayo Guerlo, rivière qui fonctionne comme les autres *mayos*⁵ mais qui est en relation directe avec les activités rizicoles car elle se déverse dans le drain principal des casiers de la rizière de Yagoua. La faune y est très variée et abondante, dominée par les bulins (annexe 3).

Ce *mayo* représente un risque de transmission d'autant plus grand qu'il assure l'homogénéisation des mollusques et des parasites entre les deux périmètres de Yagoua et de Maga.

3 Bivalves ou lamelibranches : mollusques aquatiques caractérisés par leur coquille composée de deux valves, comme les moules et les huîtres.

4 Mollusques à branchie située en avant du cœur ; leur coquille se caractérise par une ouverture obturée par un opercule, comme les bigorneaux et les patelles.

5 Nom générique local désignant les cours d'eau temporaires du nord du Cameroun.

IMPACT DE LA RIZICULTURE SUR L'ENVIRONNEMENT

L'impact social du projet rizicole de Maga a été étudié, après la mise en eau du lac de retenue, au travers de deux enquêtes transversales réalisées au début et à la fin de la mise en eau du lac dans trois zones (zone du lac, zone d'aménagement et zone limitrophe) (annexe 3).

Les résultats ont montré un accroissement de la population humaine de 2,6 % dans la zone limitrophe et de 5 % dans la zone d'aménagement, lié à l'immigration importante des populations attirées vers cette zone pour la mise en exploitation des casiers rizicoles. En revanche, une diminution importante (47,8 %) de la population a été rapportée dans la zone du lac.

Le même genre de phénomène migratoire a été observé dans le projet de riziculture de la plaine des M'bos où les populations bamiléké des montagnes voisines sont parties vers la plaine pour pratiquer la culture du riz.

L'impact de la riziculture sur l'environnement économique dans la région de Maga est marqué par une augmentation des charges financières des riziculteurs. Depuis l'introduction de la riziculture irriguée, les redevances, en nette progression, sont passées de 19 330 FCFA⁶ en 1973-1974 à 55 000 FCFA en 1981-1982, cette hausse étant due aux frais supplémentaires exigés des riziculteurs en raison de certaines prestations telles que l'irrigation, l'encadrement, l'achat de plants et d'engrais. L'impact de la riziculture dans cette région s'est également traduit par une augmentation des salaires des riziculteurs.

IMPACT DE LA RIZICULTURE SUR LE PALUDISME ET LES AUTRES MALADIES À VECTEURS

Les études, essentiellement épidémiologiques, menées dans les régions rizicoles de Yagoua et de Maga ont montré que la riziculture irriguée n'a pas été un facteur d'augmentation des indices plasm-

I 6 À l'époque, 100 FCFA valaient environ 2 FF.

diques. Il semble que cela puisse surtout être attribué à l'élévation du niveau socio-économique des populations.

De nombreuses études font apparaître que, d'une façon générale, la riziculture entraîne une augmentation des densités anophéliennes agressives dans la zone du projet, qui peut, dans certaines situations, s'accompagner ou non d'une modification de la dynamique de la transmission (rythme, intensité) du paludisme (annexe 3) et de l'épidémiologie du paludisme selon ses caractéristiques initiales : paludisme stable/paludisme instable.

Concernant la bilharziose, les études d'impact (annexe 1) ont montré que, malgré les densités élevées de planorbes et de bulins dans les drains et le lac de retenue, la riziculture n'a pas contribué à une augmentation de la prévalence et de l'incidence de la bilharziose urinaire dans la région de Yagoua-Maga où les taux sont plus faibles que dans la zone périphérique. Des résultats différents ont été enregistrés dans la vallée de la Bénoué, où les flux migratoires sont très importants, avec un niveau de prévalence de 53,3 % dans le village de riziculture irriguée de Gounougou, ce pourcentage étant significativement supérieur à celui mesuré dans le village non irrigué de Djalingo-Kapsiki (35,3 %).

AMÉNAGEMENTS URBAINS

ORGANISATION DE L'ESPACE URBAIN

La répartition spatiale de la population urbaine est très hétérogène, avec des écarts considérables conditionnés par plusieurs facteurs dont le nombre d'habitants.

Dans les grandes villes de plus de 100 000 habitants, comme Douala, Yaoundé et Bafoussam, l'organisation spatiale est marquée par l'existence de constructions, de voies communales et d'une voirie urbaine obéissant plus ou moins à un plan cadastral.

Le centre de la ville est généralement urbanisé et doté d'infrastructures adaptées aux activités économiques en rapport avec les

flux convergents, observés à partir des zones d'approvisionnement en matières premières, et les flux divergents vers les zones de consommation des produits fabriqués. Toutefois, la pollution des cours d'eau et l'accumulation des ordures sont fréquentes et montrent les limites d'une urbanisation mal maîtrisée.

À la périphérie des villes, la disparité est encore plus frappante entre les beaux lotissements des quartiers résidentiels, les zones industrielles et les quartiers défavorisés aux habitats sommaires ou spontanés. Dans ces quartiers manquent l'eau courante, l'électricité ainsi que les voies d'accès carrossables. Les cultures maraîchères, principalement les légumes verts et le maïs, la pisciculture et l'élevage sont pratiqués de façon sporadique et à petite échelle dans le périmètre des concessions de certains quartiers résidentiels, mais aussi au cœur même de la cité, notamment les cultures vivrières.

Dans les villes de moins de 100 000 habitants, l'urbanisation est insuffisante, mal gérée et ne semble pas être planifiée. Le plan cadastral directeur est tantôt consulté mais non respecté, tantôt non utilisé. Des villes doivent leur développement à un flux d'activités intermédiaires entre les villages et les grandes villes. Le centre urbain proprement dit est relativement petit, avec des constructions modestes ; la voirie urbaine est pratiquement inexistante, le réseau d'adduction d'eau limité. D'après NGAM (1983), à Bafang, ville d'environ 60 000 habitants, 60,5 % de la population disposent de l'eau du robinet et 39,5 % consomment l'eau des puits ou des sources. En revanche, le niveau des disparités intra-urbaines est plus faible que dans les grandes villes. On ne retrouve pas le contraste, bien tranché, entre un centre-ville avec de bonnes infrastructures et la périphérie mal desservie, pas plus qu'une « ceinture de pauvreté » périurbaine. Les quartiers résidentiels n'existent pratiquement pas ou ne présentent que peu de constructions. Les maisons cossues se répartissent indifféremment entre les différents quartiers, centraux et périphériques.

En somme, qu'il s'agisse de grandes ou de petites villes, du point de vue des problèmes sanitaires, les deux aspects essentiels sont celui de l'hygiène urbaine par rapport aux maladies vectorielles et celui des disparités intra-urbaines par rapport à la gestion des eaux.

MALADIES À VECTEURS EN MILIEU URBAIN

Les études épidémiologiques, entomologiques et malacologiques menées depuis les années 1980 dans plusieurs agglomérations urbaines du pays soulignent que le paludisme, la schistosomose et l'onchocercose représentent les maladies vectorielles ayant le plus subi les influences de la carence d'hygiène urbaine au Cameroun. Deux autres affections, la trypanosomiase humaine africaine et les arboviroses, qui posent actuellement le problème des maladies « émergentes-réémergentes⁷ », doivent attirer l'attention des décideurs et des scientifiques de par le risque de lourdes conséquences socio-économiques que leur propagation entraînerait.

Paludisme

Dans les grandes villes comme Douala et Yaoundé, le faciès écologique, dominé par l'anthropisation des milieux aquatiques, conduit à la multiplication des gîtes larvaires favorables aux *Culex* au détriment des anophèles. Il en résulte des indices d'endémicité (enfants de 2 à 9 ans) plus faibles (10,3 % à Douala ; 9,2 % à Yaoundé) que dans les villages. À Édéa, ville moins polluée que les deux précédentes, l'indice d'endémicité est beaucoup plus élevé (45 %).

Par ailleurs, à Yaoundé, l'automédication serait l'une des causes essentielles des échecs thérapeutiques en raison des doses infracuratives utilisées, avec le recours à la chloroquine et à la quinine comme médicaments de première intention (annexe 6) ; Yaoundé est reconnu depuis 1988 comme un foyer de pharmacorésistance élevée aux amino-4-quinoléines, s'accompagnant d'une baisse de sensibilité des souches à la quinine.

Le profil de la morbidité palustre, selon le statut socio-économique, est marqué par les manifestations fonctionnelles qui sont sou-

⁷ Maladies émergentes-réémergentes : les premières désignent toute pathologie récente telle que le sida ou le paludisme chimiorésistant, dont les faits établissent qu'elles n'existaient pas dans un passé relativement récent ; les secondes désignent les pathologies qui réapparaissent ou augmentent de fréquence de façon significative, après avoir disparu ou été réduites à une faible prévalence ; c'est le cas de la trypanosomiase humaine africaine et de la tuberculose.

vent de faible intensité et avec peu de symptômes (63 % des cas) par rapport aux accès palustres francs hyperthermiques (27 % des cas).

Autres maladies vectorielles en milieu urbain

La bilharziose et la trypanosomiase humaine africaine ont sensiblement régressé dans les milieux urbains du Cameroun, alors que l'onchocercose y a pratiquement disparu, sauf dans les villes de Mbandjock et de Monatéle situées à proximité des rapides de la rivière Sanaga (annexe 4). En ville, les cas d'arbovirose chez l'homme sont hypothétiques, sauf pour la fièvre jaune dont l'émergence est d'actualité (annexe 5). Mais les autres arboviroses devraient être recherchées.

Bilharziose

Deuxième cause de morbidité au Cameroun après le paludisme, la bilharziose sévit à Yaoundé, la capitale, mais aussi à Douala (la plus grande ville du pays) et dans une dizaine d'autres grandes villes (annexe 4) ; elle y est cependant beaucoup moins fréquente que le paludisme.

Les analyses épidémiologiques ont montré l'influence, en milieu urbain, des facteurs socio-économiques sur la bilharziose. Dans une série de 81 personnes atteintes de bilharziose intestinale vivant dans le quartier Nkolbisson de Yaoundé, 22 % habitent en première ligne, c'est-à-dire dans les maisons situées à moins de 20 m des rives du site de contamination représenté par le grand lac, 49 % habitent en seconde ligne (entre 20 et 40 m), 22 % au-delà de ce périmètre et 7 % dans les quartiers éloignés de plus de 200 m des rives du lac. Toutefois, certaines familles de première ligne sont moins infestées que celles de seconde ligne, cela pouvant s'expliquer par le fait qu'elles disposent de l'eau du robinet à domicile.

À Douala, carrefour des voies de communication reliant les foyers de bilharziose de Édéa, Njombé, Loum et Kumba, le taux de prévalence de la bilharziose intestinale (due à *Schistosoma intercalatum*) est relativement faible : 2,1 % dans les écoles réparties dans le quartier infesté de New-Deïdo, caractérisé par une urbanisation récente et incontrôlée. Outre le fait que l'adduction d'eau reste embryonnaire, l'assainissement, inexistant dans ce quartier, est directement responsable de la pollution fécale constatée.

Dans les villes de moins de 100 000 habitants (annexe 6), les taux d'infestation sont compris entre 10 % et 20 %, c'est-à-dire plus élevés qu'à Douala et Yaoundé. Le paysage est celui d'une mosaïque de zones urbanisées et de secteurs à caractère purement rural. C'est dans ces secteurs, où les structures et le mode de vie sont comparables à ceux des villages, que prévalent le péril fécal et la bilharziose. Tel est le cas du quartier Rimis à Bafia, où sont aménagés les étangs de pisciculture, le quartier Pongo à Édéa avec les sanitaires sur pilotis et le quartier Petit-Nkam à Kékem où le seul marigot hébergeant les mollusques infestés traverse le centre-ville.

Trypanosomiase humaine africaine

La trypanosomiase urbaine sévit encore aujourd'hui à Douala, Bafia et Mamfé et menace les villes touristiques de Kribi et Dschang de par leur proximité avec les foyers ruraux de Bipindi et de Fontem respectivement.

À Douala, le vecteur, *Glossina palpalis palpalis*, trouve dans les mangroves bordant certains quartiers de la ville des conditions de survie favorables, ainsi que dans des reliquats de formations boisées à la limite de la ville, communément appelées « bois des singes ». Si, en général, les glossines sont en recul devant l'urbanisation, l'extension de la ville vers le nord met les habitants de ces nouveaux quartiers en contact avec les glossines des mangroves.

À Bafia, la trypanosomiase humaine africaine atteint la ville à partir du foyer rural d'Ombessa, situé à 20 km au sud. Les glossines (*Glossina palpalis palpalis*) ont pour gîtes les formations arbustives le long des cours d'eau traversant la ville et bordant les habitations (annexe 5).

Arboviroses

En milieu urbain camerounais, seule la fièvre jaune représente les cas d'arbovirose humaine graves ; les autres arboviroses affectant l'homme sont moins graves (annexe 5). Sa présence en milieu urbain a été prouvée à Ayos en 1970, à Maroua en 1984 et plus récemment à Ngaoundéré en 1995.

L'écologie de *Aedes africanus*, principal vecteur, n'ayant pu être précisée au Cameroun (annexe 5), RICKENBACH et BUTTON ont cherché à

déterminer avec précision les risques encourus par les populations urbaines ou villageoises en calculant des indices stégomyiens, dont le plus connu est l'indice de Breteau⁸. Ils ont trouvé des valeurs supérieures à 50, dépassant nettement le seuil normal de 5 (annexe 5).

Onchocercose

Cette filariose semble avoir évolué en sens inverse de celui de l'urbanisation. En effet, l'onchocercose a disparu dans les grandes villes où les rivières à courant rapide, et aux eaux claires et bien oxygénées, favorables aux larves et nymphes des simulies vectrices, sont absentes. Elle est, par contre, fréquente dans des villes moyennes (Monatélé et Mbandjock) localisées à proximité des rapides du fleuve Sanaga. À Édéa, ville située à côté des chutes d'un barrage hydroélectrique, les mesures préventives de lutte antivectorielle ont fortement réduit la nuisance due à *Simulium squamosum*, de sorte que l'onchocercose ne représente pas un problème de santé publique (annexe 5).

Synthèse – point 4

Bilan des risques sanitaires liés aux projets de développement au Cameroun

L'analyse des données relatives à l'impact sanitaire des projets d'aménagement en Afrique tropicale et au Cameroun permet de formuler la traduction des risques dans trois domaines fondamentaux, épidémiologique, économique et social, vis-à-vis desquels les mesures de lutte pourront être facilement identifiables afin d'atténuer les effets néfastes induits par les modifications environnementales.

⁸ Indice de Breteau : nombre de gîtes contenant des larves ou des nymphes de *Aedes aegypti* pour 100 habitations. Selon les normes de l'OMS, un risque d'épidémie existe quand cet indice dépasse la valeur de 5.

D'une façon générale, l'analyse du risque sanitaire pour ces trois composantes se fonde sur les éléments de prévision et d'évaluation multidisciplinaires synthétisés par BIRLEY en 1993 (annexe 2) et schématisés dans la figure 1 de l'annexe 2.

Elle prend aussi en compte trois facteurs biologiques de base :

- la réceptivité, qui concerne l'environnement et les conditions entomologiques (capacité vectorielle de la population anophélienne considérée) ;
- la vulnérabilité, qui concerne la communauté humaine (exposée au risque d'introduction, de réintroduction de parasites ou d'aggravation de la maladie) ;
- la vigilance, qui concerne la qualité des services de santé.

RISQUE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

Le risque épidémiologique doit être évalué en fonction de trois éventualités :

- la possible évolution des maladies déjà présentes dans le site d'intervention ;
- l'introduction et le développement de nouvelles maladies ;
- les flambées épidémiques.

Vis-à-vis du paludisme, deux situations types peuvent être envisagées.

Première situation, la création d'aménagements hydroagricoles dans une zone de paludisme stable. Dans ce cas, il n'y aura vraisemblablement pas d'aggravation de la situation de l'endémie palustre malgré la possible permanence de gîtes productifs d'anophèles assurant la persistance de la transmission. Il peut, cependant, y avoir une variation dans le rythme de la transmission, liée aux travaux agricoles, donc une variation dans le rythme d'incidence des accès palustres. Seconde situation, la création d'aménagements en zone de paludisme instable, qui peut donner lieu à l'aggravation de la situation palustre avec des risques d'épidémie liés à certaines phases de la riziculture, comme ce fut le cas récemment à Madagascar ou au Burundi (annexe 2).

En termes de mouvements de populations, deux cas sont également à envisager. Premier cas, le projet se développe dans une zone très peuplée où il n'est pas prévu de mouvements migratoires massifs ; les maladies prévisibles seront alors identiques à celles qui existent, tout au plus pourrait-il y avoir une exacerbation temporaire puisque la population augmente. Second cas, le projet se développant dans une zone peu, ou faiblement, peuplée va induire une arrivée importante de populations exogènes pour lesquelles il faut prévoir non seulement la mise en place de mesures sanitaires avant leur installation sur le site agricole mais aussi la possible apparition de nouvelles maladies dans cette région. L'implantation de ces personnes attirées par le travail agricole doit impérativement être préparée avant la mise en œuvre du projet, ainsi que les modalités de leurs déplacements (saisonnier ou permanent ; célibataire ou famille, etc.).

Avec l'arrivée des migrants dans la zone palustre, deux cas de figure peuvent se présenter :

- s'ils viennent de zones impaludées, il peut ne pas y avoir d'aggravation particulière de la maladie (cas des zones rizicoles de Lagdo dans la vallée de la Bénoué au Cameroun et de la vallée du Kou au Burkina Faso), sauf s'ils apportent de nouvelles souches plasmodiales auxquelles les populations locales n'étaient pas exposées, ou des souches chimiorésistantes ;

- si, en revanche, les migrants viennent de zones non impaludées, les risques de voir une flambée de paludisme touchant cette population non prémunie sont importants, auquel cas tout le monde peut être touché, même les adultes, avec un impact sur la productivité.

En termes entomologiques, si la densité de piqûres est importante, les populations vont, à l'échelle familiale, se protéger contre les moustiques avec différentes méthodes bien connues (serpentins, herbes, moustiquaires, insecticides, etc.). Actuellement, on préconise l'emploi de moustiquaires imprégnées, qui va permettre de réduire non seulement la nuisance mais aussi l'incidence de la maladie palustre. La moustiquaire imprégnée n'arrête pas la transmission, mais la réduit et diminue l'incidence des fortes parasitémies à *P. falciparum* ainsi que la morbidité palustre (d'environ 50 %) et la mortalité juvénile générale (d'environ 20 %). L'efficacité de cette méthode doit être

soulignée dans la mesure où, en zones rizicoles ou piscicoles, les densités de moustiques sont, ou peuvent être, importantes.

En effet, outre des anophèles, peuvent se développer dans les zones rizicoles d'autres genres et espèces de moustiques, vecteurs d'arboviroses (annexe 2) ou étant à l'origine d'importantes nuisances pour l'homme et les animaux. Ces nuisances, dont se plaignent les populations locales, justifient différents cadres de lutte antimoustique : la maison, le village et la région (annexe 2).

Il est possible de doter les habitations de ces zones de moustiquaires imprégnées en prévoyant un paiement échelonné dans le temps, lequel peut s'envisager en termes monétaires ou de travail, de balles de riz ou autres, les possibilités étant nombreuses.

Globalement, les mesures à prendre par rapport au risque seront différentes selon que le projet est nouveau ou en voie de réhabilitation.

Si le projet est nouveau, dans une zone dépourvue de tout autre projet comparable, il importera d'évaluer, et de prévoir, ce qui pourrait arriver en se référant à ce qui est survenu dans d'autres circonstances apparemment semblables, mais en se gardant d'extrapoler systématiquement à partir des événements qui se sont produits et des mesures qui ont été prises ailleurs. La variabilité des situations épidémiologiques du paludisme et des autres maladies à vecteurs liées à la riziculture en zone afrotropicale (annexe 2) doit inciter à la prudence en évitant de tirer trop hâtivement des conclusions de relation de cause à effet ; comme le souligne GIODA (1992), « les mêmes causes ne produisent pas les mêmes effets quant à l'impact des travaux hydrauliques sur la santé et le développement » (annexe 4).

S'il s'agit de la réhabilitation d'un projet ayant périclité pour diverses raisons, il est important d'obtenir des informations d'ordre écologique et épidémiologique à partir de l'expérience acquise pour éviter une aggravation des problèmes de santé.

Le choix de l'indicateur doit être pertinent par rapport à la situation considérée et aux objectifs du programme, et non simplement en fonction de modèles exogènes. Par exemple, si l'endémie palustre

dans une région est élevée, avec un paludisme stable, l'indicateur recherché doit l'être en termes de morbidité ou d'anémie ou encore de fréquence des accès sévères chez les enfants, voire de mortalité générale, et non en termes de prévalence plasmodiale. En revanche, en situation d'hypo- voire de méso-endémie, la prévalence peut être un indicateur intéressant tout en tenant compte des variations saisonnières naturelles, observées lors des phases de transition : faible/forte transmission saisonnière.

Le choix des indicateurs est crucial et il doit se faire avec les spécialistes des maladies considérées dans les zones concernées. Il en est de même pour le choix des méthodes de lutte et de leur mise en œuvre.

RISQUE ÉCONOMIQUE

Les aspects économiques de tout projet de développement devront être très soigneusement étudiés. En termes de risque sanitaire, deux situations majeures sont envisageables :

- le projet améliore la situation générale en élevant le niveau économique des populations concernées ;
- le projet aggrave, plus ou moins brutalement, la situation en augmentant les risques de maladies, entraînant de ce fait une diminution de la productivité et du niveau de vie.

Dans le processus classique de décision pour la réalisation d'un projet, un des indicateurs de base des bailleurs de fonds est le « taux interne de rendement », qui est calculé en fonction de différentes alternatives techniques. En termes sanitaires, le projet n'est valable que si le ratio bénéfice/coût est largement positif. Il faut donc, dès la planification du projet, s'inscrire dans une logique « santé et environnement ».

Il est possible d'évaluer le risque économique en journées de travail perdues. Au Ghana, en 1981, une évaluation de l'influence des maladies transmises à travers le nombre de jours de travail perdus pour 1 000 personnes a été adoptée. La journée de travail perdue

peut être transformée en termes de productivité, auxquels s'ajoutent les coûts des traitements eux-mêmes (annexe 2). En 1990, plusieurs auteurs ont présenté trois exemples de calcul d'impact de projets rizicoles traduits en nombre de journées de vie saine perdues selon l'accroissement des risques sanitaires pour le paludisme, la bilharziose et pour ces deux parasitoses réunies.

L'analyse du risque économique peut se faire en termes de coût/efficacité du projet lui-même ou de coût/bénéfice du projet et des méthodes de lutte envisageables. Mais l'impact sur la santé ne pourra évidemment être connu que si des informations fiables sont disponibles, permettant d'identifier, et de chiffrer, les variables de base pour évaluer les coûts, directs et indirects, de la maladie et de son évolution. Parmi les variables à considérer, on peut citer la prévalence, ou l'incidence, de la maladie et son évolution prévisible en fonction des mesures de lutte disponibles et de leur faisabilité. Cela implique une étude épidémiologique préalable, conduite pour ce type d'analyse. L'analyse des coûts doit aussi considérer le montant des apports initiaux (investissements) et des coûts récurrents, qui peuvent être élevés et ne pas avoir à être pris en charge par la communauté.

La poursuite du recueil des informations épidémiologiques, pour apprécier le risque économique des projets de développement, implique donc la disponibilité d'une équipe spécialisée, que celle-ci soit à l'intérieur du projet (médecine du travail ou autre) ou à l'extérieur (instituts de recherche, services nationaux de santé, etc.). Ce travail nécessite une coordination de l'ensemble des acteurs. Les incidences économiques liées à l'impact sanitaire doivent être incluses dans l'évaluation de tout programme d'aménagement de l'environnement. Des économistes spécialisés doivent être associés aux épidémiologistes et entomologistes dans cette phase cruciale pour l'avenir, et le devenir, d'un projet.

L'implantation d'un projet doit enfin prendre en compte la question des terres, leurs modalités traditionnelles d'acquisition et de transfert, ainsi que les changements de valeur que ces terres peuvent subir, par suite des transformations apportées par le projet.

RISQUE SOCIAL

C'est plus généralement la qualité de la gestion de l'aménagement que l'aménagement lui-même qui est pénalisant du point de vue sanitaire (annexe 4). Ainsi, pour réduire le risque, il faut intégrer les mesures socio-sanitaires dès la planification et la conception du projet, dans le cadre d'une bonne organisation intersectorielle pour les collectivités locales bénéficiaires.

Quant au risque social, le développement passe par l'investissement réel de la population concernée par le projet et par sa gestion. Cela implique une information de base préalable si on veut modifier ses conditions de vie. Outre l'éducation, il faudra dispenser une information et une formation continues, un encadrement endogène et exogène, procéder à un suivi de l'ensemble du projet sous tous ses aspects (économique, sociologique, épidémiologique) ainsi qu'à une évaluation permettant de poursuivre, ou de modifier, certaines activités, selon l'impact sanitaire et l'implication des populations.

D'où l'utilité d'une étude environnementale, préalable et concomitante, mais aussi d'une connaissance socioculturelle des populations concernées et de leurs éléments de régulation. De plus, si l'aménagement et l'encadrement sont bien gérés, le niveau de vie est susceptible d'augmenter et les campagnes d'éducation/information sanitaires, si elles sont bien préparées et ciblées, peuvent être particulièrement efficaces – c'est le cas de la zone rizicole de Yagoua au Nord-Cameroun (annexe 3) – et induire, chez les populations concernées, une meilleure prise de conscience des problèmes de santé. Cela devrait se traduire par l'adoption d'un ensemble de mesures, familiales et collectives, allant de la protection contre les moustiques, voire une prévention médicamenteuse, à une meilleure prise en charge de l'enfant malade, à domicile ou dans une formation médicale où l'enfant pourra être amené rapidement. La difficulté sera de maintenir la sensibilisation et la prise de conscience des populations pour que toutes les actions entreprises se poursuivent et entrent dans les mœurs de la communauté. Pour cela, il est crucial que les mesures préconisées correspondent aux attentes et aux possibilités socio-économiques des populations visées.

Il faut également que les systèmes de santé soient renforcés et deviennent réellement opérationnels, assurant une prise en charge correcte des cas de paludisme, avec la possibilité de référer les cas compliqués aux centres hospitaliers les plus proches. Il y a donc là une « chaîne » complète à mettre en place, de l'information au traitement en passant par la prévention.

Sans la participation effective de la communauté, les risques sociologiques et économiques du projet de développement sont élevés et aucune des mesures de lutte ne s'inscrira dans la durée et n'aura donc de réelle efficacité sur le plan socio-sanitaire.

Les risques sanitaires liés aux modifications environnementales sont réels, tout le monde doit en être conscient, des décideurs politiques et économiques aux populations qui peuvent en être les bénéficiaires ou les « victimes » et qui doivent devenir de véritables acteurs dans les actions de lutte.

Synthèse – point 5

Comment intégrer les méthodes de lutte dans les projets de développement au Cameroun ?

Dans le contexte actuel du développement en Afrique, pour lutter contre une maladie à transmission vectorielle, une seule méthode et une seule cible ne peuvent suffire. À l'action curative du traitement, il faut associer une action préventive contre le vecteur et le parasite. L'association des différentes méthodes, la conjugaison et la synergie des ressources d'origines variées permettent d'élaborer une lutte intégrée en partenariat, pour une réduction, plus efficace que par le passé, de l'endémie

palustre et des autres maladies vectorielles. C'est ce concept de partenariat, de collaboration intersectorielle et de lutte intégrée qui sous-tend le grand programme « Faire reculer le paludisme », instauré récemment à l'initiative de l'OMS.

Le caractère non contrôlé des travaux d'aménagement et d'urbanisation, les migrations de populations et la difficulté d'établir des critères pertinents de choix font que, pour toutes les modifications de l'environnement, des réponses aussi précises que possible doivent être apportées sur :

- le choix des critères (médicaux, entomologiques, socio-économiques et politiques) ;
- l'identification et le choix des méthodes de lutte (prise en charge des cas de paludisme, lutte antivectorielle, information, éducation, communication) ;
- le degré d'intégration des mesures de lutte (précoce ou au cours du projet) ;
- les modalités d'application des méthodes de lutte dans le cadre d'une collaboration intersectorielle.

LE CHOIX DES CRITÈRES

La démarche implique un effort d'identification et de validation des critères sanitaires, entomologiques, économiques et politiques pertinents par rapport aux données fiables, disponibles ou collectables. Chacun de ces critères va permettre le choix des stratégies et des mesures de lutte adaptées au projet considéré. Aucune de ces mesures, prise isolément, ne pouvant aboutir à un contrôle complet et permanent de la situation, elles doivent impérativement être intégrées (annexe 2) avec les approches économique et sociologique (annexe 4, fig. 1). Leur efficacité repose sur leur synergie et leur coordination.

Les mesures retenues doivent s'appuyer sur la participation des populations concernées (annexe 2), c'est-à-dire s'accompagner de campagnes d'information complétées par le recueil régulier de la perception des actions par la population et de son degré réel de participation. Des actions de formation, initiale et continue, doivent

également être entreprises régulièrement à tous les niveaux. Le degré d'implication réel et continu de la population fait partie des critères à considérer.

LES MÉTHODES DE LUTTE

Les mesures disponibles pour intervenir dans la régulation des problèmes de santé et de développement sont nombreuses et relèvent de trois principes de base (annexe 2) : utiliser les connaissances préalablement acquises ; appliquer l'expérience acquise au cours du projet ; disséminer cette expérience.

Les méthodes de lutte sont classiques et s'articulent autour de trois axes principaux :

- la prise en charge médicale (PEC) des maladies avec un diagnostic précoce et un traitement adapté ;
- la lutte antivectorielle sélective et durable (LAV) ;
- le développement de l'information et de l'éducation sanitaire des populations et la communication (IEC).

La prise en charge des accès palustres recouvre une série de mesures essentiellement curatives (diagnostic, traitement, référer à temps au niveau supérieur, etc.) impliquant à la fois la population et les services de santé, qui doivent être renforcés en termes de ressources humaines et matérielles. Mais la population doit aussi être incitée à consulter davantage les services de santé.

La lutte antivectorielle comprend, d'une part, la lutte générale, physique ou écologique, par le biais de manipulations ou de modifications de l'environnement et la gestion de l'eau (irrigation alternée) rendant le biotope non propice au développement des vecteurs, d'autre part la lutte spécifique, entomologique, dirigée contre les stades larvaire ou adulte.

Les méthodes sont tout à fait classiques, mais un des problèmes majeurs est celui de la résistance aux insecticides, principalement due à l'emploi intensif des produits insecticides en agriculture (annexe 2).

Deux autres « résistances » peuvent être rencontrées :

- la résistance des populations à devoir modifier certains comportements (en utilisant une moustiquaire ou en rebouchant les trous d'exploitation de l'argile pour fabriquer les briques, etc.) ou laisser entrer les équipes d'aspergeurs d'insecticide dans leurs maisons, etc. ;
- la résistance de certains bailleurs de fonds ou de groupes de pression quant à l'utilisation, en santé publique, d'un produit aussi efficace que le DDT.

L'IEC a pour objectif principal de mieux informer aux fins de renforcer le rôle de la communauté dans la lutte antipaludique et contre les autres maladies vectorielles autour du projet. Il est maintenant bien connu que 80 % environ des cas de « paludisme » sont traités au sein de la famille avec des méthodes dont l'efficacité laisse souvent à désirer. Il faut, par exemple, élaborer un programme d'éducation pour la santé dans les écoles, apprendre aux populations environnantes à s'impliquer dans l'assainissement du périmètre de la zone du projet et son hinterland, mais aussi éduquer les parents afin de les aider à reconnaître rapidement les accès fébriles, à les traiter correctement et à se rendre à un centre de santé le plus rapidement possible.

DEGRÉ D'INTÉGRATION DES MESURES DE LUTTE

Les mesures de lutte doivent être intégrées dans le projet dès sa conception. Cela implique des procédés bien coordonnés pour élaborer une stratégie qui, partant d'un engagement politique du pays, réussisse à mobiliser efficacement les acteurs et les partenaires intéressés. Il s'agit de mettre sur pied les réseaux de soutien et les ressources adéquats pour réduire la transmission du paludisme et des autres maladies vectorielles, et surtout leur impact sanitaire.

Intégrer précocement les mesures de lutte dans le projet est, en effet, l'une des exigences majeures pour leur réussite, à moyen et à court terme, en permettant le double contrôle de la transmission et de la vulnérabilité des populations. Ce contrôle va faciliter une limitation du risque sanitaire, avec pour conséquences une réduction de la morbidité et de la mortalité, ainsi qu'une augmentation du potentiel de

productivité (annexe 4). En revanche, lorsque les interventions sont tardives, la transmission et la vulnérabilité des populations sont élevées, le risque sanitaire augmente avec ses conséquences néfastes.

L'intégration de la nouvelle initiative de l'OMS « Faire reculer le paludisme » aux Soins de santé primaires (SSP) et au programme de Prise en charge intégrée des maladies de l'enfant (PECIME) assure, sur le plan des formations médicales, une meilleure prise en charge du paludisme et des maladies les plus fréquentes chez l'enfant. Cette intégration devra cependant être bien acceptée par le personnel soignant, qui pourrait la considérer comme un supplément de travail par rapport à sa charge habituelle. Elle doit permettre un meilleur fonctionnement en termes de prestations des soins et d'utilisation rationnelle des ressources.

Avec le programme « *Multilateral Initiative for Malaria* » (MIM) en Afrique, l'intégration, ou la collaboration, devrait porter surtout sur le renforcement des capacités des institutions en matière de recherche et de développement, y compris la recherche opérationnelle. Celle-ci constitue un outil privilégié pour orienter les partenaires et/ou les décideurs vers les choix appropriés car elle permet, entre autres, d'analyser et d'évaluer la pertinence des stratégies mises en œuvre.

Dans la pratique, l'intégration sera menée à partir de bases rigoureuses, avec des partenaires qui connaissent le système sanitaire du pays, afin d'obtenir des résultats positifs à tous les échelons du système de santé.

Le problème majeur résidera dans la conception et le choix d'une ou plusieurs de ces méthodes de lutte et d'intégration en prenant en considération les analyses coût/bénéfice et coût/efficacité ainsi que leur évaluation.

INTÉGRATION DES MÉTHODES DE LUTTE DANS LE CADRE D'UNE COLLABORATION INTERSECTORIELLE

Donateurs, entrepreneurs et politiques doivent conjuguer leurs engagements et leur appui à la collaboration intersectorielle afin de

garantir la réussite des projets. Il importe que tout partenaire impliqué dans un projet de développement ou d'aménagement urbain réponde à un certain nombre de critères, notamment :

- offrir des conditions favorables à la formation d'un réseau autour du projet ;
- respecter strictement les principes de transparence et de responsabilité ; celles-ci doivent être institutionnellement établies pour chaque intervenant du projet, notamment dans la phase maintenance/entretien avec les coûts récurrents qui en découlent ;
- montrer de la flexibilité dans les opérations ;
- impliquer avec son accord la communauté locale dans certaines interventions.

Dans un projet d'aménagement en milieu tropical, de façon schématique, plusieurs étapes peuvent être envisagées.

La planification inclut l'identification du projet et des problèmes sanitaires potentiels en fonction du site et des connaissances acquises dans ce site ou dans des sites analogues.

La préparation comporte une étude de faisabilité du projet comprenant le volet santé, avec une évaluation des stratégies de lutte et de leur rapport coût/bénéfice.

La finalisation et la mise en œuvre recouvrent les différentes phases opérationnelles envisageables du volet santé, des centres de santé eux-mêmes aux actions spécifiques de lutte antivectorielle qui pourraient devoir être prises. C'est à ce stade que s'effectue le financement du projet après négociation. Cette étape implique des concertations et des consultations à plusieurs niveaux (consultations intersectorielles), notamment en direction des représentants des collectivités concernées par le projet. La mise en œuvre ou l'exécution du projet implique la maintenance des ouvrages et des matériels agricoles et sanitaires, dont l'importance est cruciale s'agissant des risques d'aggravation de la situation sanitaire dans la zone du projet.

Le suivi, l'évaluation et le bilan général sont différentes phases au cours desquelles un suivi des principaux indicateurs sociaux,

sanitaires, écologiques et économiques préalablement identifiés devra être réalisé de manière à permettre une mise en œuvre effective, efficace et rapide des éventuelles mesures de lutte. Cela suppose que les risques aient été identifiés et les mesures correctives correspondantes mises en place de façon institutionnelle. Ainsi que le souligne TIFFEN (1993), il faut élaborer un plan par phases successives pour l'exécution du projet afin qu'il soit possible d'y incorporer au fur et à mesure les améliorations souhaitables dictées par l'expérience ou les modifications des conditions extérieures (annexe 4).

La planification de l'action sanitaire doit respecter la séquence opérationnelle suivante :

- le choix des objectifs (par étape) et des indicateurs correspondant aux risques sanitaires envisageables ;
- les modalités de recueil de l'information, pertinente et fiable ;
- le transfert de l'information à l'échelon décisionnel, avec l'analyse de l'information, la prise de décision (arbre décisionnel) et la rétro-information ;
- la mise en œuvre des opérations de lutte prévues ;
- les évaluations selon les méthodologies classiques.

Le processus d'évaluation, initiale et continue, comprend plusieurs étapes et son rôle le plus important est *de connaître la situation et prévoir son évolution*. Il revêt donc un intérêt tout particulier et s'applique dès les stades de planification/identification (phase I) et de préparation (phase II) du projet. C'est à ce stade que s'applique le concept d'évaluation de l'impact de l'environnement sur la santé dans ses composantes relatives aux maladies à vecteurs. Ce concept d'évaluation interviendra aussi tout au long de l'exécution du projet.

Le point de départ de l'évaluation des risques va être un répertoire de tous (ou des principaux) les paramètres pertinents pour une estimation des problèmes sanitaires potentiels en considérant les facteurs abiotiques (géologie, pédologie, hydrologie, climatologie) et biotiques (flore, faune, population humaine, etc.) ainsi que leurs évolutions progressives et respectives (annexe 2).

Pour chaque étape du processus d'aménagement de l'environnement, de tels répertoires sont nécessaires pour prévoir, dans la mesure du possible, les impacts que ces modifications peuvent avoir sur l'épidémiologie de certaines maladies, locales ou importées (cas de la bilharziose avec les populations migrantes), et donc les mesures nécessaires à prendre.

La méthodologie de base consiste à organiser l'information afin de mettre en évidence les relations, effectives ou potentielles, entre les différents facteurs considérés sous forme de matrices d'interactions avec certains facteurs en colonne, d'autres en ligne. L'intersection correspond à un élément clé d'importance relative plus ou moins grande mais qui nécessite d'être étudié et considéré.

Par exemple, la matrice va identifier les relations irrigation-transmission du paludisme en fonction de l'écologie larvaire de certaines espèces d'anophèles plus ou moins bons vecteurs. Ainsi, selon les conditions entomologiques, épidémiologiques et agricoles locales, il est possible de prévoir les périodes de poussée de transmission du paludisme, donc de prendre les mesures qui s'imposent quand elles s'imposent, c'est-à-dire avant qu'elles ne s'imposent ! (annexe 2).

Il est alors possible d'envisager plusieurs actions coordonnées comme le renforcement des centres de santé, l'information des habitants et des services de santé, la disponibilité accrue des antipaludiques avec leur posologie exacte, des mesures de lutte antivectorielle dans un cadre général et familial (moustiquaires imprégnées), l'assèchement des casiers au moment de la récolte (en évitant les petites flaques résiduelles qui constituent de remarquables gîtes à *Anopheles gambiae*), etc.

Toutes ces mesures entrent en synergie (« lutte intégrée ») pour limiter les risques de maladies vectorielles liées aux modifications de l'environnement introduites par les projets d'aménagements hydroagricoles.

Recommandations

La synthèse des données bibliographiques montre que l'impact sanitaire des modifications de l'environnement doit être l'une des préoccupations majeures des responsables des projets, des autorités sanitaires et des experts, afin de prévenir la propagation des maladies à vecteurs liées à ces changements. Dans les secteurs agro-industriels du nord comme dans ceux du sud du Cameroun, les données de la littérature démontrent clairement l'importance des relations entre les travaux d'aménagement, le développement de la faune aquatique et la transmission des maladies à vecteurs. Dans les grandes villes, se pose, avec acuité, la double question de l'impact des aménagements urbains sur les vecteurs des maladies liées à l'eau et du poids des disparités urbaines sur la santé.

Qu'il s'agisse des ouvrages hydrauliques, des complexes hydro-agricoles ou des aménagements urbains, les effets, directs et indirects, observés semblent influencer les aires de répartition des vecteurs et la pathologie locale.

Tous les travaux ne s'accordent cependant pas sur l'importance, et le sens, d'une liaison aussi systématique entre des travaux d'aménagement et la santé. Par exemple, plusieurs études ont examiné les indices paludométriques des zones de riziculture et des barrages des provinces du Nord. Les analyses n'ont pas montré d'aggravation de la situation consécutive aux modifications de l'environnement induites par les aménagements. Elles rejoignent celles d'économistes indiquant que le développement des rizières au Cameroun s'est accompagné d'une amélioration du pouvoir d'achat des agriculteurs. D'autres études, examinant l'influence des grands barrages sur les maladies à transmission vectorielle, font état de l'importance de cette liaison, en particulier pour le paludisme et la bilharziose. Les prospections en milieu urbain, comme à Mbandjock, Dizangué et Nyèté, souli-

gnent que les facteurs humains semblent souvent primordiaux par rapport à l'impact des aménagements urbains eux-mêmes, en termes de disparités spatiales et sociales, entraînant de fortes inégalités dans l'exposition vectorielle et la prise en charge de la maladie.

Ces différents constats permettent de proposer trois types de recommandations complémentaires :

- d'abord, identifier les éléments à prendre en considération pour la gestion des risques liés aux ouvrages et complexes susceptibles de modifier les écosystèmes aquatiques ;
- ensuite, identifier les mesures à prendre comme préalable aux actions concrètes à développer ;
- enfin, objectiver les actions d'aide à la décision qui sont proposées par rapport aux connaissances actuelles sur l'impact des travaux de développement en milieu afro-tropical, tout particulièrement au Cameroun.

ÉLÉMENTS DE RISQUE LIÉS AUX TRAVAUX D'AMÉNAGEMENTS HYDROAGRIQUES

Au Cameroun, compte tenu de la grande diversité du pays, que ce soit sur le plan botanique, climatique ou physique, toutes les situations épidémiologiques se rencontrent dans les environnements naturels et anthropiques et leur hinterland.

Les travaux d'aménagement ont des répercussions sur toutes les formes de la vie sociale. En milieu rural, l'état de santé d'une population est, directement ou indirectement, lié aux différents travaux d'aménagements agricoles.

En milieu urbain, ce sont les modes d'aménagement qui, étroitement liés à une ségrégation socio-spatiale, définissent les zones à risques sanitaires.

Le cas du *paludisme* est exemplaire quant à l'influence que peuvent revêtir les aménagements de l'environnement selon la situation épidémiologique qui prévaut dans la région avant ces travaux.

La stabilité du paludisme est un concept majeur de l'épidémiologie, qui dépend de l'espérance de vie des vecteurs et de leur anthropophilie. Deux types majeurs de paludisme, stable et instable, ont ainsi été définis, avec un gradient entre eux.

Le paludisme stable résulte d'une transmission étalée sur une grande partie de l'année par des anophèles très anthropophiles, à espérance de vie élevée. Les habitants des zones concernées sont contaminés plusieurs dizaines voire centaines de fois par an, tout au long de leur vie. Ils développent rapidement une forte prémunition, mais avec une mortalité infanto-juvénile qui peut être élevée. Les écoliers, les adolescents et les adultes ne sont pas cliniquement touchés bien qu'ils soient « parasitologiquement » infectés (porteurs asymptomatiques).

Le paludisme instable est lié à une transmission épisodique, irrégulière, due à des anophèles peu anthropophiles, à faible espérance de vie. Les habitants de ces zones ne développent que peu ou pas de prémunition et les épidémies, à *Plasmodium falciparum*, sont très meurtrières pour toutes les tranches d'âge de la population.

Les aménagements hydroagricoles dans des zones déjà impaludées à paludisme stable ne devraient pas induire d'effets apparents de type poussée épidémique chez les populations locales. En revanche, de telles flambées peuvent survenir au sein de migrants non prémunis. Cependant, l'augmentation des ressources liées à la productivité du projet devrait permettre une amélioration de l'état de santé de la population, avec un meilleur accès aux soins, une nouvelle qualité de ces soins, etc.

La création d'aménagements en zone de paludisme instable représente un potentiel de risque d'épidémie élevé, aussi des mesures doivent-elles être prises dès le début du projet pour prévoir leur survenue, en limiter l'impact et les éviter.

Quant à la *bilharziose*, les retenues hébergeant les mollusques hôtes intermédiaires potentiels des parasites présentent des caractéristiques différentes selon la zone climatique (latitude) et la cote du barrage (altitude). Il s'agit soit de retenues encaissées dans un fond

de vallée comme dans les monts Mandara, soit de lacs occupant une cuvette peu profonde comme à Maga, sur une grande superficie. Les conditions hydrobiologiques dont dépend l'épidémiologie de la bilharziose seront complètement différentes selon la nature des berges (rocheuses ou envasées selon le substrat), la végétation aquatique (rare ou abondante en fonction du biotope), la densité de la population riveraine. D'une façon générale, les berges envasées des substrats meubles et une abondante végétation aquatique offrent des conditions optimales de développement aux mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose. Les travaux de mise en valeur hydro-agricole, d'une certaine ampleur, entraînent un surcroît de main-d'œuvre allochtone qui peut introduire la bilharziose ou d'autres maladies non présentes avant l'aménagement, ou constituer une nouvelle population particulièrement réceptive aux infections locales.

Parmi les autres maladies vectorielles, l'*onchocercose* présente les facteurs de risque les plus importants et les plus spécifiques par rapport aux barrages. Les foyers onchocerquiens de Loumana, dans l'ouest du Burkina Faso, en 1950, en sont un exemple. Au Cameroun, la plupart des barrages sont construits dans les vallées, fortement peuplées, des grands fleuves (Sanaga, Mapé et Bénoué). Les facteurs de risque sont à prendre en compte sur le plan technique et sous l'angle social pour éviter les nuisances que subissent actuellement les populations riveraines de ces ouvrages, aussi bien en milieu rural (Mbakaou, Bamendjin) qu'en ville (Édéa). Une attention constante, d'une saison à l'autre, doit être portée aux déversoirs construits en marche d'escalier et aux aménagements du lit de la rivière affectant les biefs d'eaux rapides qui peuvent avoir un impact, à plus ou moins long terme, sur la maladie en activant le développement potentiel du vecteur *Simulium damnosum s.l.* Les petits aménagements hydrauliques, même en terre, doivent également être particulièrement surveillés car leur déversoir est souvent générateur de nouveaux gîtes favorables aux larves de simulies.

De plus, l'implantation des communautés près des gîtes à simulies (comme à Songloulou dans la vallée de la Sanaga) constitue un risque potentiel d'exposition à l'onchocercose, maladie d'accumulation par excellence. Dans de telles circonstances, la propagation de

l'infection dans toute la communauté est galopante et l'étendue de la maladie risque d'aboutir à un abandon des villages. Le triptyque barrage-vecteur-maladie revêt ici toute son importance.

Dans la perspective des aménagements urbains, les deux principaux facteurs à considérer pour réduire les risques sont les flux migratoires saisonniers et la très grande hétérogénéité des villes camerounaises vis-à-vis des pathologies vectorielles, avec des différences très nettes entre le centre et la périphérie. Les périphéries des villes sont le lieu d'une juxtaposition de risques de pathologies variées, rurales et urbaines.

Un exemple d'importation de la maladie peut être trouvé dans l'étude menée lors de la forte immigration saisonnière liée au recrutement de manœuvres par une entreprise sucrière locale. On a pu alors noter que tous les cas de bilharziose avaient été contractés à l'extérieur de la cité, qui, en fait, est exempte de mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose.

Les études faisant ressortir des disparités spatiales dans plusieurs villes en Afrique de l'Ouest (Pikine au Sénégal, Bobo-Dioulasso au Burkina Faso) et en Afrique centrale (Brazzaville au Congo) montrent généralement :

- un gradient croissant des densités des *Anopheles*, des centres urbains vers les quartiers périphériques ;
- un gradient décroissant des *Culex*, des centres urbains vers les quartiers périphériques.

Cependant, à Yaoundé comme à Bouaké (Côte d'Ivoire), la transmission du paludisme existe en plein centre-ville, en rapport avec l'écologie locale des vecteurs favorisés par le développement de gîtes d'origine anthropique : cultures maraîchères dans les bas-fonds à Yaoundé, riziculture à Bouaké. Ces notions permettent de mieux identifier les zones à risque liées aux cultures intra-urbaines (annexe 6).

Ainsi, le profil épidémiologique général du paludisme dans les villes est caractérisé, entre autres, par une grande hétérogénéité spatiale, une transmission inférieure à celle enregistrée en zone rurale environnante, une faible prémunition des populations humaines, avec des accès palustres graves pouvant survenir même chez les adultes.

ÉLÉMENTS DE PLANIFICATION POUR LA PRÉVENTION DU RISQUE SANITAIRE LIÉ AUX PROJETS DE DÉVELOPPEMENT

Pour réduire les risques liés à l'ensemble des travaux d'aménagement, les mesures suivantes s'avèrent nécessaires en tant que préalables aux actions concrètes à développer.

LA CONNAISSANCE DES RISQUES

Le groupe d'experts considère qu'il est essentiel que soient rassemblés les éléments actuellement disponibles sur les risques sanitaires des grands projets de développement au Cameroun. Il s'agit, pour la plupart, des travaux réalisés par les chercheurs et publiés dans des revues internationales et des rapports de mission.

L'IDENTIFICATION DES OBSTACLES À LA PRÉVENTION DES RISQUES

Le paludisme et les autres maladies vectorielles liées à l'eau, dans les sites des travaux d'aménagements urbains ou en milieu rural, constituent un risque contre lequel il est possible d'élaborer des stratégies de prévention, notamment contre la multiplication des gîtes favorables aux vecteurs. Parmi les obstacles majeurs à ces stratégies, un accent particulier doit être mis sur la pauvreté générale des populations, l'exploitation d'une main-d'œuvre non suffisamment suivie sur le plan médical, les poussées migratoires vers la zone des projets, la non-information des populations concernées, etc.

LA LUTTE INTÉGRÉE À L'ÉCHELLE NATIONALE

Les ministères de la santé et de l'environnement doivent assurer une coordination intersectorielle intégrant l'ensemble des partenaires et donateurs susceptibles d'intervenir dans les activités de prévention et de traitement des nuisances et des maladies associées aux grands travaux de développement. Une telle intégration permet

des actions durables et un meilleur suivi de la situation épidémiologique. Cela implique une vision politique des projets qui doit se traduire dans les faits par une législation, afin que des solutions réalistes soient trouvées dans un cadre légal pour les programmes en cours et pour les programmes futurs.

LA PARTICIPATION COMMUNAUTAIRE À L'ÉCHELLE LOCALE

La population concernée au premier chef est celle qui vit dans l'environnement modifié ou créé par le projet. La participation effective de cette communauté, par le biais de diverses associations locales (féminines, politiques, non gouvernementales caritatives), doit être préparée en lui donnant des indications précises sur les activités de lutte, en partenariat avec les responsables des travaux d'aménagement. De sorte que les éventuels effets néfastes du projet puissent être vite perçus et analysés sur le plan local et transmis à l'échelon central, afin d'élaborer et de mettre en œuvre des solutions à partir des différents niveaux, central, périphérique et intermédiaire.

LA PARTICIPATION DES ORGANISATIONS INTERNATIONALES

Les donateurs et les partenaires internationaux, pour jouer pleinement leur rôle, doivent se rapprocher de l'OMS afin de prendre la mesure de tous les risques possibles liés aux aménagements hydrauliques, en matière de paludisme et de maladies vectorielles liées à l'eau. En effet, l'OMS s'efforce de persuader les organismes internationaux de financement et les gouvernements d'assumer la responsabilité des conséquences des travaux de développement sur la santé des populations.

Dès la conception du projet, les partenaires internationaux doivent inviter les centres collaborateurs de l'OMS à la réflexion et y impliquer des chercheurs pour participer aux études préliminaires de faisabilité. L'OMS devra fournir un avis technique sur les mesures préventives envisagées.

La participation d'autres organismes internationaux spécialisés dans certains aspects du développement est souhaitable, apportant ainsi des angles d'analyse complémentaires.

ACTIONS À DÉVELOPPER

Conformément à l'objectif de l'expertise, et sur la base de l'analyse des données de la littérature, le groupe d'experts a émis une série de recommandations concernant les projets de développement au Cameroun et en Afrique sud-saharienne. Par ailleurs, la diversité écologique, climatique et socio-ethnique du Cameroun donne à ce travail une portée qui dépasse ce pays.

CRÉER UNE CHARTE GOUVERNEMENTALE

Une charte gouvernementale doit être instaurée, qui corresponde à un engagement du gouvernement permettant aux services de santé de jouer un rôle encore plus efficace. Cette charte doit inclure les visas des ministères de la santé et de l'environnement. La mission de ces deux ministères doit s'exercer pleinement avant, pendant et après les travaux d'aménagement de l'environnement.

CONSTITUER UN COMITÉ INTERSECTORIEL

Il doit être créé un « comité intersectoriel de santé » composé de promoteurs du projet, de représentants des ministères concernés (santé, agriculture, urbanisme et habitat, éducation nationale, etc., selon les États) et de représentants des communautés concernées. Ce comité doit intervenir dès la planification du projet, et durant les différentes étapes de ce dernier, afin d'optimiser sa réalisation et ses retombées.

La conception de nouveaux projets ou l'extension de ceux qui existent doivent tenir compte des mesures sanitaires à prendre. La phase initiale du projet correspond à l'implication de l'ensemble des

partenaires. La phase de gestion nécessite l'allocation de moyens suffisants en ressources humaines et matérielles. Il faudra planifier, à court et moyen terme, l'ensemble du processus dans les domaines agricole, sanitaire et scolaire.

Il est indispensable que les agronomes se penchent davantage sur les questions sanitaires et qu'ils acquièrent une meilleure information et une formation en écologie des vecteurs.

INTÉGRER L'ÉVALUATION

Il faut veiller à intégrer l'évaluation des coûts de santé dans le projet et pour cela acquérir, notamment, toutes les informations pluridisciplinaires pertinentes, sous forme d'enquêtes préliminaires, pour d'une part évaluer les impacts écologiques, pathologiques et sociologiques des projets de développement, d'autre part identifier et contrôler les risques sanitaires qui pourraient être induits par ces projets.

Pendant la construction, la surveillance épidémiologique des vecteurs sera poursuivie afin de protéger les travailleurs du chantier et la population locale.

Après la construction, un contrôle périodique des différentes parties de l'ouvrage et de l'environnement ainsi modifié sera mis en place, ainsi qu'un programme prophylactique efficace contre les parasites et les vecteurs.

ASSURER LA FORMATION ET L'INFORMATION

Il faut assurer la formation de l'ensemble des personnels impliqués dans les opérations de lutte (du niveau central au niveau périphérique), l'information, l'éducation et la communication (IEC) de l'ensemble des collectivités. Ces actions permettront de soutenir les activités à base communautaire (ABC) dans le but de réduire et de contrôler, dans un cadre familial et collectif, l'impact du paludisme et des autres maladies à vecteurs. L'information doit être adaptée

aux populations concernées et donc être fondée sur les concepts culturels des sociétés considérées. De plus, il faut veiller à approvisionner en médicaments les centres de santé avant les périodes probables d'épidémie ou les poussées saisonnières prévisibles.

IDENTIFIER LES DIFFÉRENTS INTERVENANTS

Il faut identifier les différents intervenants, véritables « relais opérationnels » dans la lutte contre le paludisme et les autres maladies à vecteurs, et mettre en place les ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation complète, et durable, des actions de lutte à tous les échelons, du district au village. Ces relais opérationnels doivent être régulièrement supervisés et soutenus.

SÉLECTIONNER LES MÉTHODES DE LUTTE

Il faut choisir les méthodes de lutte les plus pertinentes par rapport aux situations et aux populations concernées, à partir d'analyses coût/bénéfice ou coût/efficacité, en tenant compte des spécificités culturelles, sociologiques, économiques des communautés. Pour lutter contre le paludisme, il faudrait, par exemple, installer des moustiquaires imprégnées chez les populations concernées par les projets de développement, avec une contribution financière de celles-ci. Ce « projet » pourrait fournir moustiquaires et insecticides, et facilement mettre en place un système de remboursement échelonné. Si des maisons sont construites par le projet, elles pourront être pourvues de grillage moustiquaire aux fenêtres. Les mesures qui peuvent être prises sont nombreuses.

Le groupe d'experts propose que les villages soient installés à environ 2 km des points d'eau, gîtes larvaires des anophèles (casiers rizicoles, par exemple). Mais il faut aussi que les populations évitent de multiplier les gîtes favorables aux anophèles dans les villages eux-mêmes, notamment en rebouchant régulièrement les trous d'emprunt de terre creusés afin de fabriquer les briques pour leurs maisons.

Il faut également que le projet permette un meilleur accès aux soins ou une amélioration de la qualité des soins dispensés localement.

INTÉGRER LES MESURES GÉNÉRALES ET SPÉCIFIQUES DE LUTTE

Il faut intégrer les mesures générales et spécifiques de lutte contre le paludisme et les autres maladies à vecteurs dès la phase de planification du projet et à chaque étape du cycle du projet avec des « mesures d'intervention précoces » et des « mesures d'intervention en cours de projet » élaborées en fonction du suivi-évaluation.

DÉVELOPPER UN SYSTÈME DE SUIVI-ÉVALUATION, DE RECUEIL ET D'ANALYSE DES DONNÉES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

Il faut développer les bases d'un système efficace de suivi-évaluation permettant d'identifier l'accroissement éventuel des risques sanitaires et de prendre rapidement les mesures adaptées, avec le meilleur rapport coût/efficacité.

Dans le cas du paludisme, on procédera à des sondages préalables et réguliers sur le rythme de production des vecteurs liés à l'eau, corrélés avec les pics des maladies, qui permettent de prendre à temps les mesures qui s'imposent.

Pour les autres maladies à vecteurs, on se gardera de toute généralisation ; des sondages bien planifiés permettront de faire le point sur chaque situation locale et, en particulier, d'établir des comparaisons utiles sur la dynamique des vecteurs comparée à celle des maladies transmises.

Il faut pour cela disposer d'un système, ou service, efficace de recueil régulier et d'analyse des données épidémiologiques.

DÉVELOPPER DE NOUVELLES APPROCHES STRATÉGIQUES

Les projets de développement et les processus d'urbanisation revêtent des aspects variés et un certain nombre de caractères

communs qui ont au final des effets négatifs ou positifs sur la santé et l'économie.

Les effets négatifs sont liés aux insuffisances décisionnelles dans la prise en compte de l'impact néfaste des aménagements sur la santé, lequel se traduit principalement par l'apparition ou l'augmentation des cas de paludisme, de bilharziose et d'onchocercose.

Les effets positifs tiennent pour l'essentiel à un investissement et une action organisée de spécialistes en vue du bien-être économique et social de la communauté. Il s'agit aussi des mesures d'accompagnement et d'autres retombées que ces projets apportent en termes d'emploi et de structures sociales novatrices pour le développement de la région ; il s'ensuit une amélioration des capacités de la communauté à générer des ressources supplémentaires et à mieux s'organiser et se prendre en charge.

Dans de telles conditions, la conduite à tenir dans les pays en plein essor économique, comme le Cameroun, n'est pas de remettre en question la réalisation d'un projet de développement, mais plutôt d'éviter la prolifération des vecteurs et des hôtes intermédiaires des maladies au cours des différentes phases de la réalisation du projet. Si, malgré les précautions, des problèmes surviennent, les moyens de lutter contre les vecteurs doivent être connus, disponibles et pouvoir être appliqués à temps.

La capacité à mettre en œuvre les moyens nécessaires est directement liée à la qualité des services de santé mais aussi des services d'environnement et autres.

Le groupe d'experts a souligné l'importance des deux types de recommandations complémentaires :

- la connaissance des éléments de risque liés aux travaux d'aménagement ;
- la connaissance des actions à développer pour lutter contre la pullulation et la dispersion des vecteurs.

Ces recommandations, pour autant qu'elles soient appliquées, ne doivent pas exclure les opérations de suivi, portant notam-

ment sur la sensibilité des parasites aux médicaments et des vecteurs aux insecticides.

À cette fin, les experts ont proposé une série d'actions à développer pour prendre davantage en considération les relations complexes entre santé et développement, qui recouvrent des situations différentes d'une région à l'autre et toujours en évolution.

Il est reconnu que les aménagements sont nécessaires à l'économie locale et/ou régionale d'un pays. Cependant, étant donné la diversité des faciès écologiques du Cameroun, il est difficilement envisageable qu'une approche unique permette d'aborder l'ensemble du champ couvert par les différents travaux d'aménagement. Il importe donc d'effectuer, dans chaque région, un recensement des endémies locales et de leurs vecteurs dans le périmètre des zones aménagées afin d'identifier les risques locaux et les mesures envisageables. Il faut aider les communautés à perfectionner leur savoir-faire et à acquérir l'information et la formation nécessaires pour participer efficacement à la lutte contre le paludisme et les autres maladies à vecteurs. Cette participation, active, de la population permettra d'assigner des objectifs clairs, adaptés à chaque type de projet d'aménagement, fondés sur la surveillance de la situation sanitaire, y compris au moyen d'un système d'alerte décelant rapidement l'augmentation ou l'apparition des vecteurs ou des cas de maladie.

En ce qui concerne l'essor des processus d'urbanisation, l'analyse du découpage d'une agglomération en plusieurs « villes » nous a donné l'occasion de vérifier que, si le processus d'émiettement, ou d'éclatement territorial, se déroule sans concertation intersectorielle, il peut se traduire par des clivages sociaux et culturels sans effets positifs sur le plan sanitaire. Au Cameroun, la spécificité des villes de Mbandjock, Dizangué et Nyété, qui se sont développées autour de complexes agro-industriels, réside dans le déséquilibre majeur qu'elles présentent, par endroits, entre les fortes densités de population et le niveau des infrastructures socio-sanitaires. Toute opération de découpage, si minime soit-elle, risque d'engendrer des clivages néfastes pour la santé si une réflexion préalable n'est pas

menée, visant à l'identification de ce risque et des mesures à prendre pour y faire face.

Le plan d'action sanitaire, associé aux travaux d'aménagement en milieu rural ou en zone urbaine, doit être intégré dans le système de santé. Les expériences acquises dans différents pays africains et asiatiques montrent que, pour être bien définie, cette intégration doit s'inscrire dans le cadre d'une collaboration intersectorielle à laquelle prendront part non seulement les responsables du projet, les experts des différents volets (socio-économistes, agronomes, urbanistes, etc.) mais aussi les professionnels de la santé. Cette concertation apparaît aujourd'hui comme le meilleur gage de réussite dans la maîtrise des problèmes sanitaires liés aux modifications de l'environnement engendrées par des projets agricoles ou industriels qui vont influencer la dynamique des relations hôtes-vecteurs-parasites dans les nouveaux biotopes ainsi créés.

L'approche polyvalente en matière de prévision et de lutte contre les maladies à transmission vectorielle rejoint ainsi la *démarche multidisciplinaire* préconisée par l'IRD pour *une interrogation volontairement large et itérative des bases de données et des experts* afin d'aboutir à une synthèse, réaliste et exploitable, des données par les partenaires et les bénéficiaires des projets.

Annexes

Complexes agro-industriels

Les processus de développement que connaissent le continent africain et le Cameroun en particulier se sont traduits par l'implantation, dans diverses régions écologiques, de plusieurs complexes agro-industriels tels ceux de la Société pour l'expansion et la modernisation de la riziculture de Yagoua (Semry), de la Mission d'étude et d'aménagement de la vallée supérieure de la Bénoué (MEAVSDB) dans le Nord-Cameroun, de la Société sucrière du Cameroun (Sosucam) ou de la Cameroon Sugar Company (Camsuco) sur les bords du fleuve Sanaga.

Ces aménagements de l'environnement ont des répercussions diverses en ce qui concerne l'épidémiologie des maladies parasitaires. Ainsi, dans une région de savane soudanienne du Nord-Cameroun, l'implantation d'un vaste réseau d'irrigation pour la riziculture à Yagoua n'a pas entraîné d'augmentation des endémies bilharzienne et palustre en six ans (AUDIBERT *et al.*, 1990), alors que la construction du barrage de Lagdo et d'un réseau d'irrigation s'est accompagnée d'une prolifération des anophèles vecteurs et d'une flambée de paludisme à Gounougou (SLOOTWEG et VAN SCHOOTEN, 1990; ROBERT *et al.*, 1992). Les impacts des divers aménagements agro-industriels en matière de santé des populations ont été abondamment étudiés et font l'objet d'analyses particulières dans le cadre de cette expertise collégiale.

Notre propos concerne plus particulièrement la création de centres urbains de moyenne importance consécutive à l'implantation d'aménagements agro-industriels et les problèmes de santé des populations dans ces villes moyennes. Ces agglomérations sont en effet caractérisées par un accroissement rapide et mal maîtrisé de la population, par un sous-équipement sanitaire et social et par la permanence de forts mouvements migratoires. Ce ne sont pas véritablement des villes mais elles ne sont plus tout à fait des campagnes. Zones de transition, en constante évolution et à l'équilibre fragile, ces villes expriment diversement les différentes pathologies tropicales qui sévissent dans leur environnement.

Paradoxalement, alors que les aménagements agro-industriels sont nombreux et que les villes ainsi créées sont fréquentes, très peu d'études scientifiques se sont déroulées dans ces contextes épidémiologiques particuliers en Afrique. De ce fait, deux exemples dominent la littérature scientifique: les villes de Mbandjock (Sud-Cameroun) et de Richard-Toll (vallée du fleuve Sénégal), qui ont fait l'objet d'études approfondies conduites par des équipes pluridisciplinaires de l'Institut de recherche pour le développement (IRD). Ces deux villes possèdent des caractéristiques communes: elles ont toutes deux vécu l'implantation d'un complexe agro-industriel sucrier, connu un fort et rapide accroissement de leur population et sont le siège de disparités spatiales importantes liées à la juxtaposition de quartiers à l'histoire et à la composition ethnique et sociale différentes. Mbandjock est située en zone de mosaïque forêt-savane (guinéo-soudanienne), dans une région humide où la culture de la canne à sucre ne nécessite pas d'irrigation, alors que Richard-Toll est située en zone sahélienne, marquée par de fortes sécheresses, où la culture de la canne à sucre a requis la mise en œuvre d'un vaste réseau d'irrigation.

MBANDJOCK

L'évolution de la structure de la population et de la ville de Mbandjock a été décrite par YOUANA (1986). Jusqu'en 1964, Mbandjock compte environ 400 habitants. À partir de 1966, le développement du complexe sucrier de la Sosucam nécessite l'embauche de nombreux travailleurs, non disponibles sur place. Jusqu'en 1976, la croissance démographique de la ville atteint 29 % par an et la population est essentiellement constituée d'hommes jeunes, célibataires et venant d'autres régions du Cameroun. Durant la décennie suivante, la Sosucam cesse d'embaucher et le taux d'accroissement annuel se stabilise à 3,4 %. Les hommes représentent encore 53 % de la population mais la taille moyenne des ménages passe de 2,7 personnes en 1976 à 4,1 personnes en 1986. Entre 1986 et 1993, la croissance démographique de la ville s'est encore ralentie (1,9 % par an). Le recensement effectué par les équipes de l'IRD en 1993 dénombre 14 072 habitants. Les ménages sont constitués de 5,6 personnes en moyenne et les femmes et les enfants deviennent majoritaires.

Cette expansion démographique s'accompagne d'un accroissement spatial important. En 1964, la ville (le vieux quartier « Metsim » des autochtones)

s'étend sur 5,8 ha. Suivant le plan d'aménagement élaboré en 1967 par la Sosucam pour loger ses travailleurs, l'espace urbain va s'accroître de 71,3 ha en 16 ans. L'ensemble des quartiers existant aujourd'hui sont peu à peu construits sur les interfluves autour du vieux quartier, selon un plan en damier. Il s'agit des quartiers « Centre », « Mambrah », « Gare », « Plateau », « Administratif » et « Lotissement ». Les infrastructures urbaines sont installées progressivement (canaux de drainage des eaux usées, réseaux de distribution d'eau et d'électricité, centres de soins) à un rythme alors compatible avec l'accroissement à cette époque maîtrisé de la population. À partir de 1980, les familles les plus récemment arrivées et parmi les plus déshéritées se rassemblent sur les versants des interfluves et colonisent lentement les bas-fonds. Ce front d'urbanisation anarchique concerne la périphérie de la quasi-totalité des quartiers à l'exception du quartier « Plateau » trop excentré et entraîne la création de deux nouveaux quartiers non planifiés, « Bilingue » et « 15 ans ». La superficie totale de la ville est ainsi portée de 77,1 ha en 1980 à 160,7 ha en 1993. Près de 50 % de la superficie de Mbandjock est constituée par ces extensions spontanées souvent sans infrastructures ni équipements. Cette zone de colonisation, faiblement peuplée et à l'habitat peu dense, est située en partie au voisinage des zones inondables où se développent les larves d'anophèles vecteurs de paludisme ou les hôtes intermédiaires potentiels de la bilharziose.

En décembre 1991, les équipes médicales de l'IRD ont réalisé une enquête épidémiologique descriptive auprès d'un échantillon représentatif de la population résidant dans des zones considérées par les géographes comme homogènes à l'intérieur de chacun des quartiers. Cette enquête auprès de 1200 personnes a porté sur la répartition du paludisme, de l'onchocercose, de la bilharziose et des nématodoses intestinales dans la ville. Son principal résultat concerne la très grande hétérogénéité de Mbandjock vis-à-vis de ces pathologies, avec une opposition très nette entre le centre et les périphéries (COT *et al.*, 1995). Ces dernières sont le lieu d'une juxtaposition de risques de pathologies variées. Toutefois, aucun indicateur synthétique pouvant expliquer l'ensemble des pathologies n'a pu être mis en évidence lors de cette enquête.

Seuls 14 cas de bilharziose, sans doute contractés en dehors de la ville, ont été diagnostiqués en 1991. En 1971, GATEFF *et al.* avaient mis en évidence une prévalence de 52 % de bilharziose urinaire parmi les sujets adultes originaires de l'extrême nord du pays, mais l'absence de mollusques hôtes intermé-

diaires à Mbandjock. Cette étude avait été réalisée à une période de forte immigration liée au recrutement de manœuvres par la Sosucam. Vingt ans plus tard, la bilharziose urinaire ne s'est donc pas implantée dans la ville malgré la présence récente de bulins dans les cours d'eau avoisinants (TAKOUGANG *et al.*, 1993). Il est probable que la plupart de ces sujets ont été traités par le service médical de la Sosucam peu après leur arrivée en ville. La présence de bornes-fontaines en ville et l'absence de canaux d'irrigation ont vraisemblablement contribué à diminuer les éventuels contacts homme-vecteur autour des points d'eau.

L'onchocercose est très répandue sur les bords du fleuve Sanaga. La plupart des villages entourant la ville de Mbandjock sont hyperendémiques (plus de 70 % de prévalence et près de 5 % d'aveugles; RIPERT *et al.*, 1977). Les prévalences de cette affection sont du même ordre dans les deux quartiers périphériques de la ville (« Gare » et « Plateau »). Ces quartiers sont plus proches des gîtes simulidiens et surtout présentent une nette connotation rurale avec un habitat peu dense. Or il a été prouvé, notamment dans le Nord-Cameroun, que les simules tendent à éviter les agglomérations et qu'elles se concentrent sur les individus isolés dans leurs champs (PARIS et LEMASSON, 1987; PARIS, 1992). Les captures de simules réalisées à Mbandjock ont montré des densités importantes le long des galeries forestières, dans les champs de canne à sucre et, dans une moindre mesure, à l'orée des quartiers périphériques. Les quartiers du centre de la ville apparaissent ainsi épargnés. En dehors des quartiers périphériques, seuls les sujets (des hommes pour la plupart) dont l'activité professionnelle (planteurs et coupeurs de canne à sucre) les mène de façon répétée au contact des simules dans les champs semblent exposés à cette parasitose dont la morbidité est consécutive à l'accumulation de piqûres infectées.

La répartition spatiale des prévalences d'ascaridiose et de trichocéphalose est elle aussi très différente d'un quartier à l'autre. Cette fois encore les deux quartiers périphériques « Gare » et « Plateau » sont fortement touchés et leurs prévalences sont comparables à celles des villages ruraux environnants (RIPERT *et al.*, 1978). Cependant, des quartiers centraux et très densément peuplés, tels « Mambrah », « 15 ans » ou « Centre », présentent des prévalences non négligeables. Les quartiers « Administratif » et « Lotissement », moins densément peuplés et mieux desservis par les infrastructures d'assainissement, sont nettement moins touchés par ces deux parasitoses. Ce sont les jeunes enfants qui hébergent la majorité des helminthes intestinaux au sein de la population.

Or l'espace de vie de ces enfants s'avère difficile à délimiter tant les déplacements en différents points de la ville peuvent être nombreux et fréquents (école, jeux, diverses corvées...). D'une part, les mauvaises conditions d'hygiène du milieu (absence d'infrastructures sanitaires, espaces ombragés souillés par les déjections humaines) et l'absence de comportements adaptés à la prévention de ces affections (utilisation de latrines, lavage des mains) favorisent la transmission des helminthoses. D'autre part, la concentration de fortes densités de population dans certaines zones urbaines augmente le risque de contamination du milieu par les nématodoses intestinales. La répartition de ces affections en milieu urbain est donc complexe et les disparités spatiales observées rendent souvent compte d'une combinaison particulière des différents facteurs de risque de contamination (SALEM *et al.*, 1994 b).

Au sein de la population, la mesure des prévalences du paludisme à un moment donné permet seulement une représentation instantanée des variations de l'exposition et de la réceptivité d'un quartier à l'autre. Une fois encore, les prévalences du paludisme (majoritairement *Plasmodium falciparum*) sont maximales en décembre 1991 dans les deux quartiers périphériques « Gare » et « Plateau » ainsi qu'à « Bilingue ». Ces trois quartiers sont situés à proximité des zones inondables où se développent les stades larvaires d'*Anopheles gambiae*, principal vecteur à Mbandjock. Les quartiers centraux sont diversement touchés par le paludisme. Des études réalisées en 1993 et 1994 ont permis d'étudier la répartition du paludisme dans le quartier « Mambrah » en fonction de divers paramètres liés à l'urbanisation (Brutus *et al.*, *com. pers.*). Ce quartier a été construit sur un interfluve en 1966 et ses versants sont fortement colonisés depuis 1980. Il s'étend sur 1,4 km, étant bordé sur les deux tiers de sa longueur par un marécage inondé en saisons des pluies. La recherche des gîtes larvaires d'anophèles a permis d'identifier leur présence dans le marécage qui borde le quartier. La mise en valeur de ce bas-fond (comme c'est le cas des bas-fonds entourant les autres quartiers de la ville) pendant la grande saison sèche pour les cultures maraîchères représente la principale source de gîtes larvaires d'origine anthropique. Il existe ainsi une transmission du paludisme durant la grande saison sèche à Mbandjock (entre décembre et février) qui permet de relayer la transmission entre les deux saisons des pluies.

Cette activité agricole périurbaine est une des caractéristiques des villes agro-industrielles. La population y a souvent recours pour assurer sa subsis-

tance lorsque les activités salariées ne permettent plus l'achat des denrées alimentaires essentielles. C'est le cas notamment des familles de travailleurs saisonniers en dehors des périodes d'activité et majoritairement des familles les plus déshéritées touchées par le chômage. Ces activités en marge de la ville concernent aussi les populations urbaines les plus marginales. Or les cultures maraîchères ou la riziculture sont souvent responsables d'une augmentation de la transmission en milieu urbain telle qu'elle a été mise en évidence par DOSSOU-YOVO *et al.* (1994, 1998) à Bouaké, en Côte d'Ivoire, et par FONDJO *et al.* (1992) à Yaoundé, au Cameroun.

Cependant, l'exposition de la population au paludisme n'est pas homogène à l'intérieur du quartier « Mambrah ». Les résultats de l'étude montrent que les prévalences plasmodiales et l'agressivité des vecteurs tendent à baisser de façon significative lorsque les densités de population humaine ainsi que la distance séparant les habitations des gîtes larvaires augmentent. Ainsi, dans la partie la plus urbanisée du quartier et située à plus de 400 m des gîtes larvaires, la densité moyenne de population est de 128 habitants à l'hectare, le taux d'inoculation est de 42 piqûres infectées par homme et par an et les prévalences plasmodiales sont de 27 % et 41 % respectivement en décembre 1993 et en mars 1994. À moins de 200 m des gîtes dans la zone des marges du quartier, la densité moyenne de population est de 99 habitants à l'hectare, le taux d'inoculation est de 148 piqûres infectées par homme et par an et les prévalences plasmodiales sont de 43 % et 61 % respectivement en décembre et en mars (Brutus *et al.*, *com. pers.*). Plusieurs phénomènes classiquement mis en évidence dans des agglomérations de grande taille en Afrique sont aussi identifiés dans les villes de taille moyenne. Par exemple, la transmission du paludisme à Yaoundé (800 000 habitants) est plus importante dans les quartiers périphériques moins urbanisés (30 piqûres infectées par homme et par an à Nkolbisson (FONDJO *et al.*, 1992) que dans les quartiers centraux (3 piqûres infectées par an à Obili ; MANGA *et al.*, 1992). La même disparité spatiale a été mise en évidence en 1991 à Mbandjock (COT *et al.*, 1995) et en 1990 dans deux quartiers de la ville d'Édéa dont la population résidente est estimée à 45 000 personnes et dont une partie travaille pour le complexe industriel de transformation de l'aluminium Alucam (ROBERT *et al.*, 1993). De même, la capacité de dispersion des anophèles en milieu urbain est très nettement inférieure à celle observée en milieu rural. Ainsi, les densités anophéliennes agressives sont concentrées au voisinage

des gîtes larvaires à Yaoundé mais aussi à Édéa (MANGA *et al.*, 1993) ou à Pikine dans la banlieue de Dakar (TRAPE *et al.*, 1992).

Au total, à Mbandjock comme à Pikine, la superposition de la géographie du risque anophélien avec celles des densités de population et du niveau socio-économique individualise différents types de situations épidémiologiques en matière de paludisme (SALEM *et al.*, 1994 a).

RICHARD-TOLL

La vallée du fleuve Sénégal a connu des aménagements nombreux depuis la colonisation et la région de Richard-Toll constitue à l'heure actuelle le seul centre agro-industriel important de la vallée. La Compagnie sucrière sénégalaise (CSS) exploite près de 7 000 ha dont 6 500 en canne à sucre. Elle emploie environ 6 000 personnes dont près de la moitié sont des saisonniers venant pour l'essentiel d'autres régions du pays. En 1956, Richard-Toll comptait environ 3 000 habitants. L'installation de la CSS, en 1971, a engendré un très fort essor démographique. En 1976, la population est estimée à 13 000 personnes et en 1988 le recensement dénombre 29 611 habitants. Entre 1976 et 1988, la croissance démographique a atteint 7,4 % par an. Les enquêtes de l'IRD ont permis d'estimer la population résidente de la ville en 1991 à 41 000 personnes. Cependant, cet essor ne s'est pas accompagné d'un développement des infrastructures sanitaires et sociales. Par ailleurs, la ville s'est constituée autour d'anciens campements ou villages lui conférant une forte hétérogénéité (HANDSCHUMACHER *et al.*, 1992).

Les quartiers de « Ndiangué » et « Escale » sont d'anciens villages wolofs englobés dans le tissu urbain. Ils sont densément peuplés, situés en position centrale et les mieux équipés en latrines, robinets et bornes-fontaines. L'ancien village de Ndiaw, en périphérie de la ville, se caractérise par de faibles densités de population et d'équipements et par une population migrante importante. Deux quartiers ont vu le jour depuis l'implantation de la compagnie sucrière. Il s'agit du quartier « Taouey », situé plus au centre de la ville et peuplé d'allochtones. Il est assez densément peuplé et le niveau des infrastructures sanitaires est bas. Le quartier périphérique « Thiabakh », dont la population est d'origine ethnique variée, est lui très faiblement peuplé et le niveau d'équipement est nul.

À l'échelle régionale, des modifications importantes ont été apportées sur le cours du fleuve Sénégal en 1986. Deux barrages (l'un à Diama dans le delta du fleuve et l'autre à Manantali en amont au Mali) ont été construits. Le barrage de Diama est conçu pour empêcher les remontées d'eau salée à la période des basses eaux et celui de Manantali pour réguler le cours du fleuve, éviter les crues et favoriser les cultures irriguées. Ces modifications du fonctionnement hydrologique du delta et de l'ensemble de la vallée du fleuve Sénégal ont eu des répercussions sur les populations d'hôtes intermédiaires de la bilharziose humaine (DIAW *et al.*, 1990).

La bilharziose humaine semblait jusqu'alors cantonnée dans les régions sahéliennes, en deçà de la limite de distribution de leurs hôtes intermédiaires respectifs. En particulier, les *Biomphalaria*, hôtes intermédiaires de la bilharziose intestinale, sont signalés depuis longtemps dans la région du fleuve Sénégal et notamment autour du lac de Guiers, alors qu'aucun foyer de schistosomose intestinale ne semblait actif avant 1988.

La région de Richard-Toll a connu les premiers cas de bilharziose à *Schistosoma mansoni* en 1988. Ces cas étaient sans doute la conséquence de l'introduction du parasite par des populations migrantes originaires du sud du pays où cette affection est endémique. Par la suite, une véritable épidémie a sévi dans la ville et les prévalences sont passées de 1,9 % à la fin de l'année 1988 à 71,5 % fin 1989 dans certains des quartiers prospectés (TALLA *et al.*, 1990). Le fait que ce soit la ville de Richard-Toll qui ait été touchée en premier par cette épidémie n'est pas le fruit du hasard. En effet, à la différence des villages ruraux environnants, la ville offrait des conditions idéales pour la transmission de la bilharziose intestinale, à savoir des densités de population humaine élevées dépassant largement la capacité des équipements sanitaires, de forts mouvements migratoires et l'omniprésence des eaux stagnantes (irrigation) dans ses environs.

Les enquêtes parasitologiques de 1989 ont montré de fortes disparités dans la répartition des prévalences de *S. mansoni* par quartier. Les quartiers périphériques, peu peuplés et d'urbanisation récente, apparaissent moins infectés (prévalences inférieures à 40 %) que les quartiers centraux, bien équipés mais surpeuplés (prévalences supérieures à 50 %). Cette répartition singulière souligne un paradoxe : ce sont les quartiers les mieux équipés en robinets et bornes-fontaines, dont le niveau socio-économique de la popula-

tion est le plus élevé, mais largement surpeuplés qui présentent les plus forts taux de prévalence de l'infection.

Afin de mieux comprendre l'épidémiologie de cette affection, des enquêtes géographiques et parasitologiques ont été réalisées par les équipes de l'IRD à partir de 1992. Par rapport aux résultats de 1989, on observe tout d'abord que la parasitose a progressé partout en 1992 et que les prévalences, en augmentation, sont plus ou moins équivalentes dans tous les quartiers. Cependant, il existe un fort contraste de l'infestation en fonction du sexe (HANDSCHUMACHER *et al.*, 1997). Les femmes sont globalement moins atteintes que les hommes. L'étude de la distribution des fortes charges parasitaires montre également une grande disparité entre quartiers selon le sex-ratio, les charges des hommes étant réparties de façon diffuse dans toute la ville. Ces derniers s'infestent surtout loin de leur domicile lors des activités professionnelles (Compagnie sucrière), alors que les fortes charges parasitaires des femmes semblent concentrées dans les zones les plus peuplées des quartiers situés au voisinage des canaux d'irrigation et des cours d'eau. Ainsi, les hommes sont plus fortement parasités que les femmes dans les quartiers périphériques peu densément peuplés (respectivement 18 œufs par gramme de selles pour les hommes, contre 3 œufs par gramme de selles pour les femmes à Thiabakh). Les charges parasitaires sont en revanche équivalentes entre hommes et femmes dans les quartiers centraux, densément peuplés et aussi mieux équipés en infrastructures sanitaires (respectivement 31 œufs par gramme de selles et 29 œufs par gramme de selles pour les hommes et les femmes à Escale).

La situation de Richard-Toll est à cet égard exemplaire des villes moyennes dont la croissance démographique rapide est consécutive à une opération de développement. Le système d'adduction d'eau, initialement prévu pour une population numériquement plus faible, est en effet dépassé par le fort accroissement démographique. Les coupures d'eau sont fréquentes et, par ailleurs, le coût des prestations est assez dissuasif pour inciter les femmes à n'utiliser cette eau que pour la boisson. Le reste de l'eau nécessaire au ménage est puisé dans les cours d'eau ou les canaux d'irrigation. Dans les quartiers les plus densément peuplés, la pression humaine (essentiellement féminine) aux points d'eau devient si forte que le risque d'infestation est maximal. À l'inverse, dans les quartiers périphériques moins peuplés, ce risque est plus faible car il apparaît davantage dilué dans l'espace.

Cette fois encore, la combinaison spatiale des densités de population humaine, du niveau socio-économique et des points d'eau contaminés par les mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose intestinale conduit à délimiter des zones de risques différenciés dans une ville moyenne comme Richard-Toll.

CONCLUSION

L'onchocercose, le paludisme et les bilharzioses humaines sont considérés comme des affections essentiellement rurales dont les conditions de transmission sont souvent réduites en milieu urbain. La pollution des eaux de surface, l'augmentation du niveau socio-économique, la proximité des structures de santé qui caractérisent les villes s'accompagnent souvent de la baisse, voire de la disparition, de ces endémies parasitaires parmi les citadins. L'analyse globale de la situation de Mbandjock au Sud-Cameroun est à cet égard exemplaire. À l'échelle de la ville dans sa totalité, on note une faible prévalence du paludisme et de l'onchocercose et l'absence de bilharziose, ce qui contraste avec la situation des campagnes environnantes (Cor *et al.*, 1995). Toutefois, à l'échelle des quartiers ou des concessions, la situation apparaît plus complexe et des espaces s'avèrent beaucoup plus touchés que d'autres par ces affections. En particulier, certains quartiers semblent cumuler plusieurs facteurs de risque : la proximité des lieux de transmission ou de prolifération des vecteurs, le sous-équipement en infrastructures sanitaires, les fortes densités de population, les conditions de l'habitat.

Cette situation tient à l'histoire de ces villes moyennes. Lors de leur création et pendant les premières années de leur essor démographique, on assiste souvent à un processus contrôlé, maîtrisé de développement. Il existe un plan d'urbanisation, une prise en charge médicale de la population (souvent par la société agro-industrielle elle-même), une mise en place de réseaux d'adduction d'eau et d'électricité ou d'évacuation des déchets. La situation de ces villes devient alors attrayante pour des populations rurales souvent précarisées. La perspective de logements décents, d'un travail rémunéré, d'une prise en charge socio-sanitaire (écoles, centres de soins...) provoque l'afflux de nouvelles populations. Ces villes sont alors victimes de leur succès et les den-

sités de population dépassent dans certains quartiers (souvent périphériques) la capacité d'équipement et d'encadrement initialement prévue.

La spécificité des villes « champignons » créées ou développées à la faveur d'une opération de développement réside ainsi dans le déséquilibre majeur qu'elles présentent par endroits entre les fortes densités de population humaine et le niveau des infrastructures socio-sanitaires. Ces villes qui n'en sont pas vraiment, notamment certains quartiers, s'avèrent souvent, à l'inverse des zones rurales environnantes, particulièrement fragiles et exposées à certaines endémies parasitaires tropicales. Selon leur mode de transmission, la bilharziose, le paludisme, les nématodoses intestinales se distribuent différemment dans les villes (cas de Mbandjock). De même, ces espaces urbains fragiles sont davantage exposés que les villages ruraux aux phénomènes épidémiques (cas de Richard-Toll). La superposition des densités de population, des niveaux à la fois d'équipement et socio-économiques et des lieux de transmission délimitent ainsi des « espaces à risque » qu'il convient de bien connaître pour rendre opérationnelles les méthodes qui existent et qui ont montré leur efficacité dans la lutte contre ces endémies.

Ces conclusions prennent cependant un aspect provisoire tant les études sur ce sujet crucial pour l'avenir du continent africain semblent avoir été négligées. La littérature scientifique est en effet peu diserte sur cette problématique alors qu'elle s'avère particulièrement fournie sur les conséquences des aménagements hydroagricoles en milieu rural. Sans doute, un accès plus important aux sources documentaires non publiées (littérature grise) permettrait de compléter utilement ce travail.

[Références bibliographiques]

AUDIBERT M., JOSSERAN R., JOSSE R., ADJIDJI A., 1990. Irrigation, schistosomiasis, and malaria in the Logone Valley, Cameroon. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 42 : 550-560.

COT M., LE HESRAN J.-Y., MIALLES P., COT S., HOUGARD J.-M., FROMENT A., 1995. Indicateurs de santé dans la population d'un complexe agro-industriel du Sud-Cameroun. *Cahiers Santé*, 5 : 167-180.

- DIAW O.T., VASSILIADES G., SEYE M., SARR Y., 1990. Prolifération de mollusques et incidence sur les trématodoses dans la région du Delta et du lac de Guiers après la construction du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal. *Rev. Élev. Vét. Pays Trop.*, 43 : 499-502.
- DOSSOU-YOVO J., DOANNIO J., RIVIÈRE F., DUVAL J., 1994. Rice cultivation and malaria transmission in Bouaké city (Côte d'Ivoire). *Acta Tropica*, 57 : 91-94.
- DOSSOU-YOVO J., DOANNIO J.M.C., DIARRASSOUBA S., CHAUVANCY G., 1998. Impact d'aménagements de rizières dans la ville de Bouaké, Côte d'Ivoire. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 91 : 327-333.
- FONDJO E., ROBERT V., LE GOFF G., TOTO J.-C., CARNEVALE P., 1992. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 2. Étude entomologique dans deux quartiers peu urbanisés. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 85 : 57-63.
- GATEFF C., LEMARINIER G., LABUSQUIÈRE R., NEBOUT M., 1971. Influence de la bilharziose vésicale sur la rentabilité économique d'une population adulte jeune du Cameroun. *Ann. Soc. Belg. Méd. Trop.*, 51 : 309-324.
- HANDSCHUMACHER P., DORSINVILLE R., DIAW O.T., HÉBRARD G., NIANG M., HERVÉ J.-P., 1992. « Contraintes climatiques et aménagements hydrauliques à propos de l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll (Sénégal) ». In BESANCENOT J.-P. (éd.): *Risques pathologiques, rythmes et paroxysmes climatiques*. Paris, John Libbey : 287-295.
- HANDSCHUMACHER P., HÉBRARD G., HERVÉ J.-P., TALLA I., 1997. « L'infestation différentielle des femmes et des hommes par la bilharziose intestinale à Richard-Toll (Sénégal): un reflet des équipements ou des pratiques de l'espace? ». In BISILLIAT J. (éd.): *Face aux changements, les femmes du Sud*. Paris, L'Harmattan : 345-367.
- MANGA L., ROBERT V., MESSI J., DESFONTAINES M., CARNEVALE P., 1992. Le paludisme urbain à Yaoundé, Cameroun. 1. Étude entomologique dans deux quartiers centraux. *Mém. Soc. R. Belge Ent.*, 35 : 155-162.
- MANGA L., FONDJO E., CARNEVALE P., ROBERT V., 1993. Importance of low dispersion of *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) on malaria transmission in hilly towns in South Cameroon. *J. Med. Ent.*, 30 : 936-938.
- PARIS F., 1992. « De l'onchocercose à la "géo-oncho-graphie" ». In BLANCPAMARD C. (éd.): *Dynamique des systèmes agraires. La santé en société: regards et remèdes*. Paris, Orstom : 59-85.
- PARIS F., LEMASSON J.-J., 1987. *Système d'occupation de l'espace et épidémiologie de l'onchocercose. Étude du contact entre l'homme et le vecteur Simulium damnosum en zone de savane soudanienne du Nord-Cameroun. 1. Le volet entomologique: premiers résultats commentés des enquêtes 1986*. Rapport MESRES/ISH/Orstom/Oceac/CPC, 67 p.
- RIPERT C., RIEDEL D., YANG R., FOUA ONANA A., ZIMFLOU I.A., 1977. Étude épidémiologique de l'onchocercose dans cinq villages de la vallée de la Sanaga (Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 70 : 178-186.
- RIPERT C., DURAND B., CARRIÉ J., RIEDEL D., BRAYZOUA D., 1978. Étude épidémiologique des nématodoses intestinales (ascaridiose, trichocéphalose, néca-

- torose) dans cinq villages de la vallée de la Sanaga (Cameroun). Résultats du traitement de masse des populations par le pamoate de pyrantel. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 71: 361-369.
- ROBERT V., VAN DER BROECK A., STEVENS P., SLOOTWEG R., PETRARCA V., COLUZZI M., LE GOFF G., DI DECO M.A., CARNEVALE P., 1992. Mosquitoes and malaria transmission in irrigated rice-fields in the Benoue valley of northern Cameroon. *Acta Tropica*, 52 : 201-204.
- ROBERT V., LE GOFF G., TOTO J.-C., MULDER L., FONDJO E., MANGA L., CARNEVALE P., 1993. Anthropophilic mosquitoes and malaria transmission at Edea, Cameroon. *Trop. Med. Parasitol.*, 44 : 14-18.
- SALEM G., LEGROS F., LEFEBVRE-ZANTE E., NDIAYE G., BOUGANALI H., NDIAYE P., BADJI A., TRAPE J.-F., 1994 a. Espace urbain et risque anophélien à Pikine (Sénégal). *Cahiers Santé*, 4 : 347-357.
- SALEM G., VAN DE VELDEN L., LALOÉ F., MAIRE B., PONTON A., TRAISSAC P., PROST A., 1994 b. Parasitoses intestinales et environnement dans les villes sahélo-soudaniennes : l'exemple de Pikine (Sénégal). *Rev. Épidém. Santé Publ.*, 42 : 322-333.
- SLOOTWEG R., VAN SCHOOTEN M.L.F., 1990. *Paludisme et irrigation: augmentation du paludisme à cause de l'introduction des cultures irriguées à Gounougou et estimation de la perte au niveau des ménages*. Garoua, Mission d'étude et d'aménagement de la vallée supérieure de la Bénoué, rapport du projet Pisciculture n° 36.
- TAKOUGANG I., TCHOUNWOU P.B., BARBAZAN P., 1993. Impact des effluents d'un complexe agro-industriel sucrier sur la distribution des mollusques dulçaquicoles à Mbandjock (Cameroun). *Cahiers Santé*, 3 : 178-182.
- TALLA I., KONGS A., VERLÉ P., BELOT J., SARR S., COLL A.M., 1990. Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal river basin. *Ann. Soc. Belg. Méd. Trop.*, 70 : 173-180.
- TRAPE J.-F., LEFEBVRE-ZANTE E., LEGROS F., NDIAYE G., BOUGANALI H., DRUILHE P., SALEM G., 1992. Vector density gradients and the epidemiology of urban malaria in Dakar, Senegal. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 47 : 181-189.
- YOUANA J., 1986. Mbandjock : processus de mutation d'une ville d'ouvriers et manœuvres agricoles. *Rev. Geogr. Cameroun*, 6 : 44-64.

Comment intégrer les besoins sanitaires dans les projets de développement rural ?

CONCERTATION INITIALE, COOPÉRATION INTERSECTORIELLE

La santé est un fait social au point d'interaction entre l'homme et son milieu où les comportements modulent l'expression d'un facteur pathogène, surtout lorsque l'environnement est fortement modifié pour des raisons économiques sans tenir compte des risques liés aux déséquilibres ainsi créés.

L'homme n'est pas neutre vis-à-vis de son environnement, il le modifie à son gré, mais il en subit les effets. Il est ainsi l'acteur et le bénéficiaire, mais aussi la victime, des modifications anthropiques.

La satisfaction des besoins alimentaires, liée à la rapide croissance de la population mondiale, notamment dans les pays en développement, passe par des changements profonds de l'environnement et l'amélioration des techniques agronomiques. La maîtrise des eaux de surface, qui se concrétise par une irrigation contrôlée, est, avec l'emploi d'engrais, l'une des principales méthodes suivies pour augmenter la production agricole.

Mais le revers de la médaille est l'accroissement des risques sanitaires liés à ces modifications de l'environnement (SURTEES, 1970; BRADLEY, 1974; STANLEY et ALPERS, 1975; PHILIPPON et MOUCHET, 1976; PANT et GRATZ, 1979; DEOM, 1982; HUNTER *et al.*, 1982; COOSEMANS, 1985; FAO, 1987; IRRI/PEEM, 1988; LIPTON et DE KADT, 1988; ROBERT *et al.*, 1989; SINGH *et al.*, 1989; LACEY et LACEY, 1990; MOUCHET et BRENGUES, 1990; OOMEN *et al.*, 1990; HAUMONT *et al.*, 1992; GIODA, 1992; HUNTER *et al.*, 1993; COLUZZI, 1994; TAKOUGANG *et al.*, 1994; BRADLEY et NARAYAN, 1987; MOUCHET et CARNEVALE, 1997; DOSSOU-YOVO *et al.*, 1998).

Selon le consortium Warda (West Africa Rice Development Association), en Afrique de l'Ouest, la consommation de riz doublerait tous les deux ans (et la population humaine tous les trente ans), les surfaces aménagées pour la cul-

ture du riz augmenteraient de 3,2 % par an. La surface propice à la riziculture est estimée à 200 millions d'hectares, soit plus de quarante fois la surface actuellement cultivée (SANCHEZ et BUOL, 1985).

Une abondante littérature existe sur les relations entre riziculture et paludisme (IRRI/PEEM, 1988). Une synthèse récente de situations illustrant l'influence de la riziculture sur l'épidémiologie du paludisme dans certaines zones de Madagascar, du Sénégal, du Burundi, de Côte d'Ivoire vient d'être réalisée (CARNEVALE *et al.*, 1999). En 1988, NAJERA avait également présenté des exemples particulièrement significatifs de situations épidémiologiques liées à l'implantation de la riziculture.

Ces articles soulignent la diversité des conditions ainsi créées et les influences différentes que la riziculture a pu avoir selon les biotopes et les faciès épidémiologiques originels (paludisme stable ou paludisme instable), allant de l'épidémie (Guyane, Afghanistan, Iraq, Madagascar, Burundi) à l'absence apparente d'impact parasitologique et clinique (Burkina Faso, Côte d'Ivoire).

Cette question n'est pas récente. En 1342, le roi Pierre II d'Aragonie avait interdit la culture du riz dans la région de Valencia. Interdiction renouvelée en 1403 et 1483, le roi Don Alonzo considérant alors la riziculture comme une offense capitale et lui attribuant un rôle clé dans l'épidémie mortelle qui sévissait dans la région. Depuis, la controverse reste ouverte et le riz est même considéré comme « source de vie et de mort sur les plateaux de Madagascar » (LAVENTURE *et al.*, 1996).

En sens inverse, l'aménagement des marais et la maîtrise de l'eau de telles zones marécageuses peuvent constituer une méthode intéressante de lutte permettant d'éviter l'eau stagnante, source de « miasmes » et de fièvres palustres.

C'est ainsi que le roi Ferdinand VI ordonna la culture du riz (1789) dans les zones marécageuses de Valencia comme mesure sanitaire (NAJERA, 1988). Une solution élégante a alors été proposée par Cabanilles, reconnaissant tout le bénéfice qu'on pouvait tirer de l'implantation de la riziculture dans les sites marécageux mais aussi l'accroissement concomitant des risques sanitaires. Il suggérait en effet d'implanter les maisons à distance des casiers à riz (on retrouve toujours le précepte d'Hippocrate, qui, quatre siècles av. J.-C.,

conseillait d'habiter loin des marécages) et de ne pas cultiver du riz là où il serait possible de faire pousser un autre produit.

Ainsi que le souligne NAJERA (1988), « *rice field malaria was a prototype of health problems associated with irrigation* ». En fait, c'est toujours, et même de plus en plus, un problème d'actualité, impliquant les différents acteurs du développement, du politicien au riziculteur lui-même. Dès 1949, Boyd considèrerait qu'aucun projet d'irrigation et de modification de l'environnement ne devait être autorisé sans l'aval du département sanitaire. Cette recommandation est toujours valable.

Il importe donc de prendre plusieurs mesures pour éviter l'aggravation des risques sanitaires et il existe des techniques et des ouvrages qui permettent :

- de créer des environnements écologiques exempts de maladies (« *disease-free ecological environments* ») (FAO, 1984 ; OMS, 1980, 1985) ;
- de « prévoir les implications pour les maladies transmises par les vecteurs du développement des ressources en eau » (BIRLEY, 1993) ;
- d'incorporer « des mesures de protection de la santé dans les projets d'irrigation par la coopération intersectorielle » (TIFFEN, 1993).

La question centrale est de vouloir, et de savoir comment, intégrer ces mesures dans la conceptualisation et les différentes étapes du cycle du projet afin d'éviter, autant que possible, les risques sanitaires et de prévoir les moyens nécessaires à leur contrôle – et d'en disposer.

L'intégration doit se concevoir non seulement au stade des décisions mais aussi de leur application, en impliquant les populations des régions concernées, directement intéressées par leur environnement.

BRENGUES *et al.* (1992) envisagent plusieurs réponses possibles, notamment :

- une meilleure prise de conscience de la part des populations ;
- une éducation sanitaire adaptée aux nouvelles conditions, pratiquée dès l'école et au travers de structures associatives ;
- une meilleure collaboration intersectorielle, notamment entre public et privé.

Quelles que soient les solutions envisageables, leur mise en œuvre implique une étroite collaboration entre les populations, les structures gouvernementales, les organismes publics et les sociétés privées de développement.

Selon la Commission Santé et Environnement de l'OMS (1992), deux principes sont requis :

- un accès plus équitable aux ressources, à l'intérieur de chaque pays et entre les pays eux-mêmes ;
- une participation et une implication effectives des populations concernées qui pourraient permettre d'influencer les choix et de corriger certaines des actions susceptibles de porter atteinte à leur environnement et à leur santé.

Ainsi, répondre aux besoins des populations en matière de nourriture, d'eau, d'énergie, etc., tout en évitant les effets néfastes sur la santé et l'environnement, représente un défi majeur qui ne peut être relevé que si la population a les moyens d'influencer les actions, projetées ou en cours.

Les actions initiales d'un projet d'aménagement de l'environnement devront comprendre :

- la création d'un Comité Santé intersectoriel de coordination, incluant les « agences » santé, agriculture, environnement, éducation, finances, etc. (selon les politiques des pays), les bailleurs de fonds mais aussi des représentants des communautés concernées par le projet ;
- l'établissement d'un cadre juridique dans lequel s'inscrira le projet, l'identification des différents partenaires et de leurs responsabilités respectives ainsi que les modalités de fonctionnement qui vont évoluer au fur et à mesure de la réalisation du projet ;
- l'analyse initiale de la situation et l'analyse prospective en fonction des informations disponibles, ou identifiées comme nécessaires, en tenant compte de la biodiversité et de la complexité des situations.

Ces analyses permettront :

- de prévoir un système de suivi régulier et d'évaluation de la situation socio-sanitaire dans la zone concernée, avec des critères épidémiologiques, sociologiques et économiques pertinents, fiables et reproductibles ;
- d'identifier les éventuelles mesures de lutte (physiques, biologiques, chimiques mais aussi sociologiques, etc.) à mettre en œuvre, les besoins qu'elles requièrent (en ressources humaines et matérielles), leur efficacité et leur coût en fonction de l'évolution de la situation ;
- de prévoir les possibilités de mise en œuvre des mesures de lutte adéquates, du processus décisionnel à leur application effective, et d'évaluer leur efficacité pour leur maintien, leur changement ou leur arrêt ;

- d'identifier les besoins en ressources humaines et matérielles, à court et moyen terme, pour accomplir ces différentes tâches.

ANALYSE INITIALE DE LA SITUATION DANS LES RÉGIONS IDENTIFIÉES POUR LES PROJETS D'AMÉNAGEMENTS AU CAMEROUN

D'une façon générale, l'analyse initiale visera à bien connaître la situation écologique, épidémiologique, sociologique et économique de la zone concernée par le projet afin d'identifier les principaux facteurs de risque.

Elle peut comporter dix rubriques majeures, éventuellement modulables selon qu'il s'agit d'un projet nouveau ou de la réhabilitation d'un projet arrêté ou rendu peu opérant pour diverses raisons :

- connaissance de la situation épidémiologique passée et actuelle dans la région ;

- connaissance des situations comparables, dans le pays et dans les autres pays ;

- connaissance de la situation sociologique actuelle dans la région (comportements, attitudes, pratiques, etc.) ;

- connaissance de la situation démographique dans la région et de la distribution des populations, se traduisant par une cartographie de cette situation ;

- connaissance de la situation économique passée et actuelle dans la région ;

- connaissance des structures et moyens de lutte opérationnels actuels dans le pays et dans la région aux différents niveaux (central, du district, périphérique, familial) ;

- connaissance de la distribution de l'ensemble des centres de santé (ainsi que leur « qualité » et leur taux de couverture), connaissance de la méthode et de l'efficacité du système de recueil et d'analyse des données épidémiologiques ;

- cartographie des réseaux et voies de communication, de la distribution des centres de santé (nationaux, privés, caritatifs) et de leur couverture sanitaire, des centres scolaires, des unités et structures de lutte, etc. ;

- cartographie de la climatologie et des autres facteurs abiotiques du biotope ;

■ cartographie du projet incluant les déplacements envisageables de population (lieux de départ, lieux d'implantation) et les zones à risque, les lieux et périodes probables de contamination selon l'évolution des activités liées au projet.

Il est important de pouvoir disposer d'une cartographie initiale complète qui va permettre de suivre les impacts écologiques et sociologiques du projet, d'identifier les zones ou périodes à risque, de choisir et de mettre en œuvre les mesures de lutte aussi précocement que possible et d'évaluer leurs effets.

ZONES RIZICOLES

Situation paludologique

Ouest-Cameroun, plaine des M'Bos

BLANCHETEAU et PICOT (1983) ont étudié les risques sanitaires liés au développement du projet rizicole dans la plaine des M'bos (300 km environ au nord-ouest de Yaoundé) impliquant des déplacements de population. Le projet initial (1973) prévoyait une surface de 18000 ha occupée par 1300 familles et une production de 11400 tonnes de riz (pluvial et de bas-fond). En 1978, le projet a été revu à la baisse: 3000 ha de riz irrigué avec une priorité à l'équilibre entre les cultures vivrières, les cultures de rente et le petit élevage.

La transmission du paludisme est le fait de *An. gambiae* et *An. funestus* (MOUCHET et GARIOU, 1960; BRENGUES *et al.*, 1974). Selon les indices spléniques des enfants, la zone a été considérée comme hyperendémique et selon les statistiques hospitalières officielles les formes pernicieuses étaient rares.

BLANCHETEAU et PICOT (1983) considèrent que la riziculture va favoriser le développement des gîtes à *An. gambiae* mais qu'elle ne devrait pas aggraver la situation palustre; par contre, le risque est important pour des populations venant des plateaux Bamiléké où le paludisme est mésovoire hypoendémique (MOUCHET et GARIOU, 1960) et la population peu prémunie. Par ailleurs, le risque paraît beaucoup plus important pour la schistosomose urinaire, qui semblerait être d'apparition récente avec des foyers importants de *S. haematobium* et *S. intercalatum* et des mouvements de population fréquents.

Nord-Cameroun, région de Yagoua

L'enquête épidémiologique menée en avril 1981 (saison sèche) dans les zones rizicoles du Nord-Cameroun par COUPRIÉ *et al.* (1985) a révélé quatre traits majeurs sur le plan paludologique :

- la prévalence plasmodiale est faible avec un indice plasmodique de 8,5 % chez les enfants de 2-9 ans ;
- l'indice splénique est de 35 %, de sorte que la situation est considérée comme mésoendémique sur la base de ce critère ;
- la présence d'anticorps antipalustres est générale chez les adultes ;
- la transmission est le fait de *An. gambiae* (en saison des pluies) et de *An. funestus* (en saison sèche).

Cependant, pour ces auteurs, deux points doivent être soulignés. D'une part, il n'existe « pas de différences significatives en ce qui concerne les valeurs des indices spléniques ou plasmodiques en fonction des caractéristiques hydrographiques de l'environnement immédiat », autrement dit la riziculture ne paraît pas avoir aggravé la situation du paludisme. Au contraire car, d'autre part, « les faibles valeurs des indices paludométriques dans la région de Yagoua apparaissent plutôt liées à l'élévation du niveau de vie, due au développement hydroagricole, qui permet notamment à la population de se chloroquiniser spontanément ou de recevoir sans difficultés de la chloroquine dans les dispensaires ».

Josse *et al.* (1987) notent également que l'indice plasmodique se situe dans une fourchette comprise entre 10,4 % en saison sèche dans la zone du projet rizicole soumise à une forte pression médicamenteuse et 40,7 % dans la région limitrophe en saison des pluies, lorsque l'intensité de la transmission est la plus forte.

L'influence des revenus agricoles, notamment de la riziculture, des cultures vivrières et des cultures de rente, sur le comportement préventif et curatif des fièvres par les mères vient d'être étudiée en Côte d'Ivoire (AUDIBERT *et al.*, 1999). Cette enquête a clairement mis en évidence l'importance de la disponibilité des ressources financières propres à la mère dans les attitudes thérapeutiques.

Nord-Cameroun, vallée de la Bénoué

Une étude épidémiologique a été menée dans la zone de Gounougou, où 800 ha de culture de riz irriguée ont été progressivement développés depuis

1987, à partir du barrage du Lagdo construit entre 1978 et 1985 (ROBERT *et al.*, 1992).

Cette étude montre l'existence d'une succession d'espèces anophéliennes au cours du cycle de la riziculture, avec *An. arabiensis* au début puis *An. rufipes*, *An. coustani* et *An. welcomei* au cours de la montaison-épiaison-maturation du riz. Cette notion de succession des espèces dans le même biotope est classique et recoupe ce qui a été noté au Kenya (CHANDLER et HIGHTON, 1975) et au Burkina Faso (ROBERT *et al.*, 1988). Par ailleurs, le taux moyen de piqûres de moustiques enregistré est de l'ordre de 87 piqûres par homme et par nuit dont 34 % de *Culicidae* et 66 % d'anophèles. Enfin, la transmission est principalement le fait de *An. arabiensis* (alors que les conditions écologiques seraient propices à *An. gambiae* cytotype Mopti), *An. funestus* et *An. phaorensis* selon les conditions générales suivantes (tabl. I):

- la transmission est de l'ordre de 49 piqûres infectées par homme entre mi-juillet et mi-septembre;

- le taux de parturité de la population de *An. arabiensis* est faible, indiquant une longévité réduite mais suffisante pour assurer la transmission.

Cette association d'une forte densité avec une faible longévité est courante dans de telles situations écologiques, comme l'ont déjà constaté COOSEMANS (1985) au Burundi, ROBERT *et al.* (1991) au Burkina Faso, DOSSOU-YOVO *et al.* (1999) en Côte d'Ivoire (pour *An. gambiae*).

D'une façon générale, dans cette zone de savane du Nord-Cameroun, le projet d'irrigation à grande échelle, avec la construction du barrage de Lagdo, aurait entraîné une augmentation de l'incidence du paludisme (SLOOTWEG et VAN SCHOOTEN, 1990).

Situation sociologique, passée et actuelle, dans le Nord-Cameroun

Pour PONTABRY et WEBER (1970), « il est primordial de connaître à la fois les pratiques qui peuvent être à l'origine de certaines maladies et l'attitude des populations face aux maladies si l'on veut entreprendre une action efficace d'éducation sanitaire et de traitement de masse » car « on ne peut satisfaire un besoin non ressenti ».

Par exemple, il est bien connu que, dans certaines régions d'Afrique sud-saharienne, le comportement des parents et leur perception de la maladie

peuvent changer selon le symptôme: la fièvre est assimilée à une maladie « naturelle » qu'on peut soigner avec des médicaments locaux ou importés tandis que les convulsions sont reliées à des phénomènes surnaturels et donc ne relevant pas de la médecine traditionnelle ou exogène. L'enfant n'est alors présenté au centre de santé que très tardivement, trop tardivement, après un cheminement thérapeutique erratique, et les chances de survie sont d'autant plus faibles que le retard est important.

Tableau I. Paramètres entomologiques de la transmission du paludisme dans la zone rizicole de Gounougou, Nord-Cameroun (ROBERT *et al.*, 1992).

Paramètres étudiés	Espèces anophéliennes		
	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. funestus</i>	<i>An. pharoensis</i>
% de la population anthropophile	68	25	7
Taux de piqûres (ma)	31,6 P/H/N	10,6 P/H/N	13,0 P/H/N
Infectivité (%) (s)	1,2	1,3	2,1
Inoculation (h)	0,38 P+/H/N	0,14 P+/H/N	0,27 P+/H/N

P/H/N: nombre de piqûres reçues par homme et par nuit.

P+/H/N: nombre de piqûres infectées reçues par homme et par nuit.

s: % de glandes salivaires infectées (présence de sporozoïtes).

h: taux d'inoculation ($h = ma \times s$).

Ces comportements et attitudes thérapeutiques doivent être connus pour mieux percevoir leur éventuelle évolution à la suite des messages éducatifs accompagnant la mise en œuvre du projet, avec les brassages de population qui peuvent l'accompagner.

Situation économique, passée et actuelle, dans la région du Nord-Cameroun, poids du paludisme

En 1970, PONTABRY et WEBER notaient, dans les secteurs étudiés du Nord-Cameroun:

- une exposition générale de toute la population au paludisme;
- un très faible pourcentage de la population en âge scolaire traitée ou protégée, recevant un à trois comprimés de chloroquine par semaine selon l'âge;

- une grande diversité de la couverture sanitaire des différents centres de santé de la région de la Bénoué ; globalement, cette couverture était de l'ordre de $40\% \pm 10\%$, plus faible en zone rurale qu'en zone urbaine et donc loin de l'objectif fixé d'une couverture sanitaire totale ;

- une répartition très inégale des formations sanitaires ;

- une certaine variabilité des distances à accomplir en zone rurale pour rejoindre un centre de santé.

Pour les auteurs cités, le paludisme (ou du moins ce qui est considéré comme tel) serait à l'origine de pertes agricoles annuelles de l'ordre de 109 à 218 tonnes de mil, 89 à 178 tonnes d'arachide, 44 à 87 tonnes de coton-graine pour la région concernée du Nord-Cameroun.

Cette évaluation ne prend en compte que les coûts indirects du paludisme, sans inclure le prix des traitements, médicaments, consultations, déplacements, accompagnateurs, etc. Quelle que soit la validité de ces estimations, elles mettent bien en relief le poids socio-économique de ce qui est attribué au paludisme.

ANALYSE PROSPECTIVE

L'analyse prospective, dans ses différentes composantes, épidémiologique, sociologique, économique (coût/efficacité, coût/bénéfice), se fonde sur des techniques de prévision et d'évaluation multidisciplinaires, synthétisées par BIRLEY (1993) (fig. 1). Cette analyse aboutit à une série de mesures qui ont été décrites par TIFFEN (1993).

L'analyse prospective va ainsi devoir prendre en compte de nombreuses variables qu'on peut, schématiquement, regrouper en trois catégories : sociologiques, épidémiologiques et économiques.

ANALYSES PROSPECTIVES SOCIOLOGIQUES

Population résidente

DOUMENGE (1992) souligne que la création par l'homme de multiples collections d'eau et systèmes d'irrigation ne modifie pas seulement les écosystèmes,

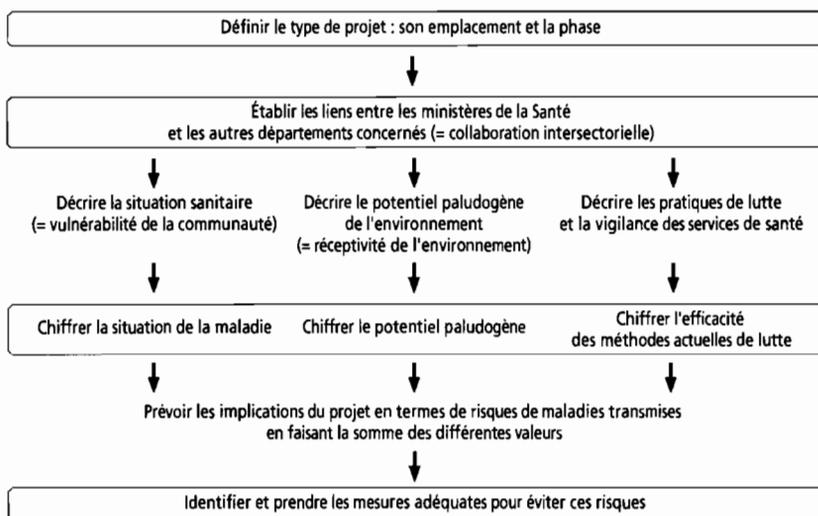
elle affecte aussi les sociosystèmes. En fait, c'est plus souvent la qualité de la gestion de l'aménagement que l'aménagement lui-même qui comporte des aspects sanitaires pénalisants.

Pour cet auteur, « les agents de développement devront, à l'avenir, mieux dégager la logique environnementale pour que les populations aient la possibilité de s'y investir. On ne peut plus faire d'aménagements coûteux si on n'est pas sûr qu'ils soient bien gérés ».

Au Sri Lanka, un projet d'irrigation a fait progressivement passer la propriété du système rizicole des communautés aux autorités nationales. Il s'en est suivi une diminution de l'entretien régulier (habituel auparavant) des réservoirs, canaux et drains, ce qui a eu pour effet d'augmenter la disponibilité des gîtes larvaires propices au développement des vecteurs (AULT, 1983).

Figure 1

Modèle d'organigramme pour la procédure d'évaluation des risques liés aux modifications de l'environnement (d'après BIRLEY, 1993).



Ainsi que le souligne DOUMENGE (1992), « l'enjeu sanitaire d'un aménagement hydroagricole est parfaitement situé: ce doit être un élément important d'un processus plus vaste de réadaptation d'une société à son territoire. D'où l'intérêt préalable, et concomitant, d'une étude environnementale et d'une connaissance de la société et de ses éléments de régulation ».

Si l'aménagement et l'encadrement sont bien gérés, le niveau de vie doit augmenter et les campagnes d'éducation et d'information sanitaires, si elles sont bien préparées, ciblées et régulièrement menées, peuvent alors être particulièrement efficaces – tel est le cas de la zone rizicole de Yagoua au Nord-Cameroun (COUPRIÉ *et al.*, 1985). Cela induit, chez les populations concernées, la possibilité d'une meilleure prise de conscience des problèmes de santé (qui ne sont pas une fatalité) et l'adoption d'un ensemble de mesures. Celles-ci vont de la protection contre les moustiques, voire la chimioprévention de la femme enceinte, à une meilleure prise en charge de l'enfant malade, à la maison ou au dispensaire, où il pourra être amené rapidement. Mais il faudra également que ces centres de santé soient réellement opérationnels. Le problème sera de maintenir la sensibilisation, la prise de conscience de tous pour que ces actions se poursuivent, voire entrent dans les mœurs de la société. Pour cela, il est crucial que les mesures préconisées correspondent aux perceptions, et aux moyens, des populations concernées.

Sans une participation effective de la communauté, aucune des mesures de lutte ne s'inscrira dans la durée et n'aura donc de réelle efficacité sur le plan socio-sanitaire.

L'implantation d'un projet hydroagricole doit également tenir compte de la possession de la terre, de ses modalités traditionnelles d'acquisition ou de transfert, etc., et des changements de valeur que ces terres peuvent subir, par suite des transformations apportées par le projet. Une décision purement exogène d'attribution des terres peut être particulièrement mal perçue et préjudiciable à l'organisation sociale de la zone et au bon déroulement du projet.

Population migrante

L'arrivée et l'implantation de nouveaux arrivants attirés par le travail agricole doivent être planifiées *avant* la mise en œuvre du projet. Trois cas de figure peuvent être envisagés.

Première possibilité, les migrants viennent mais ne demeurent que le temps de la construction des ouvrages (barrages, travaux hydrauliques pour la zone rizicole) et s'en retournent chez eux une fois cette construction terminée. Il faut alors prévoir un service de santé propre à ces ouvriers mais aussi ouvert aux populations locales et renforçant le système local de santé avec, par exemple, la formation des infirmiers.

Deuxième cas, les migrants viennent de façon régulière chaque année dans la zone du projet (ouvriers saisonniers pour certaines phases de la culture). Il faut prévoir cet afflux temporaire de population, et de pathologies qui peuvent être plus ou moins bien connues de la part des structures sanitaires locales. Il faut alors renforcer ces dernières en ressources humaines et matérielles, notamment en médicaments adéquats, en temps voulu.

Enfin, les migrants peuvent venir dès le début ou au cours du projet avec l'intention, de leur part ou de la part des autorités responsables du projet, de s'installer dans la zone. Il faut alors prévoir, de façon judicieuse, sur le plan socioculturel et épidémiologique, l'implantation permanente de ces populations. Il est possible, par exemple, d'installer les nouvelles maisons à distance des gîtes potentiels, de les équiper de systèmes antimoustiques comme les grillages de fenêtre, les moustiquaires de lit, etc. Il faut aussi que soient renforcés les systèmes nationaux de santé et de scolarité, en fonction de cet afflux de population attendu. En effet, dans les cas précédents, il s'agit généralement d'adultes hommes venant vivre temporairement dans une région alors que, dans le cas présent, il s'agit souvent de familles complètes (l'arrivée initiale des sujets masculins sera, plus ou moins rapidement, suivie d'une reconstitution de la famille).

Ces différents cas de figure sont donnés à titre d'exemple, des situations intermédiaires pouvant être rencontrées; toutes les possibilités doivent être examinées pour que les mesures adaptées puissent être prises à temps.

En termes de mouvements de population, deux éventualités (parmi d'autres) sont à envisager :

- le projet se développe dans une zone déjà densément peuplée et il n'est donc pas prévu de mouvements migratoires massifs venant de l'extérieur; les « maladies » prévisibles sont déjà celles qui existent, tout au plus pourrait-il y avoir une exacerbation momentanée avec des afflux temporaires de travailleurs;

■ le projet se développe dans une zone peu ou faiblement peuplée et va donc induire une arrivée importante de population exogène. Dans ce cas, il faut prévoir des mesures sanitaires avant leur installation sur le site agricole mais aussi le risque d'arrivée de nouvelles maladies dans la région, soit directement liées au projet lui-même, soit aux mesures prises pour combattre cette maladie. Par exemple, la construction du barrage d'Assouan sur le Nil a entraîné l'apparition et le développement de la schistosomiase dont le traitement par injection a entraîné une augmentation des cas d'hépatite C!

ANALYSES PROSPECTIVES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

Le concept épidémiologique de base est le suivant: la prévalence d'une maladie est le produit de l'incidence par la durée. Pour réduire la prévalence de la maladie, il faut donc avoir une double action, préventive (qui permet la réduction de l'incidence par la diminution des risques) et curative (qui permet la réduction de la durée par l'amélioration de la prise en charge). L'importance respective donnée à ces deux options va dépendre du contexte entomologique, écologique, épidémiologique, sociologique et économique initial de la zone concernée.

BIRLEY (1993) considère qu'il existe trois facteurs biologiques clés caractérisant une situation avant la mise en œuvre des modifications de l'environnement liées au développement du projet (fig. 1):

■ la *réceptivité*, qui concerne l'environnement et les conditions entomologiques, correspond à la capacité vectorielle de la population anophélienne considérée;

■ la *vulnérabilité*, qui concerne la communauté humaine, correspond au risque d'introduction ou de réintroduction ou d'aggravation de la parasitose et de la maladie;

■ la *vigilance*, qui concerne la qualité des services de santé.

Ainsi, le pouvoir épidémiogène des aménagements va varier selon les conditions écologiques et épidémiologiques qui prévalent avant les modifications de l'environnement découlant du projet.

À titre d'exemple, on peut envisager les situations paludologiques suivantes.

Implantation d'un projet en zone de paludisme stable

Ce projet ne va pas induire une augmentation particulière de la réceptivité sauf s'il y a arrivée, et implantation, d'un vecteur de meilleure capacité vectorielle que ceux présents. Au sein des populations humaines générales, les situations pourront être les suivantes :

- pour la population résidente, les risques sont relativement faibles puisqu'elle est déjà prémunie, sauf situation particulière (arrivée d'une souche parasitaire chimiorésistante, par exemple); on peut même penser à une amélioration générale de la situation sanitaire avec l'augmentation des revenus procurés par le projet;

- pour la population migrante saisonnière, si elle vient d'une zone de paludisme stable, il n'y aura que peu de risques d'aggravation de la situation sanitaire chez elle, sauf événement particulier; si elle vient d'une zone non impaludée ou à paludisme instable, les risques de poussée épidémique sont élevés chez ces migrants puisqu'il s'agira de paludisme survenant chez une population adulte peu ou prou prémunie.

Implantation d'un projet en zone de paludisme instable

Dans cette hypothèse, il peut y avoir augmentation non maîtrisée de la réceptivité. Pour la population résidente, les risques sont élevés puisqu'elle n'est que peu ou pas immune. Pour la population migrante, plusieurs cas sont possibles: si elle vient d'une région de paludisme stable, elle est prémunie mais il y aura augmentation de la vulnérabilité dans la zone du projet (arrivée de « parasites »), donc accroissement du risque d'épidémie parmi la population locale (cf. *supra*) mais non parmi les migrants; si elle vient d'une zone à paludisme instable, elle est peu ou pas prémunie et les risques seront très élevés chez ces migrants et parmi la population locale, surtout si les modifications de l'environnement conduisent à l'un des scénarios suivants :

- l'arrivée et l'implantation de vecteurs de meilleure capacité vectorielle que les espèces anophéliennes présentes, ce qui va augmenter la réceptivité;

- la prolifération d'une ou plusieurs espèces locales avec une meilleure longévité du fait des nouvelles conditions micro-écologiques créées par le projet ou une accentuation de l'anthropophilie (vu la disponibilité de davantage d'hôtes humains);

- l'arrivée de souches parasitaires reprises et transmises par les vecteurs locaux, d'où une augmentation de la vulnérabilité. Ces parasites peuvent ne

pas être reconnu par le système immunitaire des populations humaines locales, d'où une augmentation de la morbidité, ou encore l'arrivée de souches plasmodiales chimiorésistantes peut augmenter la difficulté des traitements.

Dans tous ces cas de figure, les mesures de lutte devront toujours comprendre l'amélioration de la prise en charge des sujets malades, avec une vigilance accrue de la part des centres de santé, et des traitements à domicile par les mères. Il sera également impératif d'introduire des mesures préventives, dont la lutte antivectorielle, en cas de risque de poussée épidémique.

En zone de paludisme stable, les mesures de lutte antivectorielle pourront également être recommandées, permettant de réduire l'incidence de la morbidité palustre et l'anémie chez les enfants mais aussi d'améliorer les conditions de vie de tous en réduisant les nuisances.

Dans l'implantation d'un projet, il faut, d'une façon générale, savoir tenir compte de l'expérience acquise.

Deux situations sont à envisager. S'il s'agit de la réhabilitation d'un projet ayant périclité pour diverses raisons, il est possible de recueillir des informations écologiques et épidémiologiques pertinentes permettant de prendre les mesures nécessaires pour ne pas reproduire les erreurs passées et éviter une aggravation des problèmes de santé avec la nouvelle opération. S'il s'agit d'un nouveau projet d'irrigation implanté dans une zone dépourvue de tout projet comparable, il faudra prévoir ce qui peut se produire en fonction de ce qui est survenu dans des circonstances apparemment semblables.

Sur le plan strictement entomologique, il est relativement facile de prévoir l'évolution de la situation en zone rizicole. On observe généralement :

- une succession de plusieurs espèces anophéliennes (CHANDLER et HIGHTON, 1975; ROBERT *et al.*, 1988; MUKIAMA et MWANGI, 1989) selon les phases de la riziculture, ces espèces pouvant avoir un rôle de vecteur plus ou moins important;
- une multiplication des gîtes favorables au développement des vecteurs, avec une augmentation concomitante de la densité des adultes, sans que cela se traduise systématiquement par un accroissement de la transmission (ROBERT *et al.*, 1986, 1991; CARNEVALE et ROBERT, 1987; DOSSOU-YOVO *et al.*, 1999).

Au Sénégal, par exemple, le développement de la riziculture sur des terrains salés dans des villages situés près du delta du fleuve a favorisé la prolifération

de *An. pharoensis* alors que les populations de *An. gambiae*, *An. arabiensis* et *An. melas* sont restées faibles, de même que les indices paludologiques classiques, en accord avec les données entomologiques. Ainsi, dans cette zone aménagée du delta du fleuve Sénégal, l'irrigation a entraîné une forte augmentation de la densité de *An. pharoensis*, mais ni la transmission ni l'incidence du paludisme n'ont augmenté (FAYE *et al.*, 1995).

À Madagascar, les casiers à riz sont des biotopes tout à fait favorables à *An. funestus* (le vecteur majeur) à certaines phases de la riziculture (montaison, épiaison, jachère) et à *An. arabiensis* à d'autres moments (MARRAMA *et al.*, 1995). Ces conditions épidémiologiques et écologiques font que, dans ces zones rizicoles à paludisme instable, les périodes de forte transmission et de risque maximal peuvent être prévues, et les mesures adéquates prises à temps.

Des études pluridisciplinaires menées récemment en Côte d'Ivoire ont montré que l'implantation de zones rizicoles dans les bas-fonds de la région nord (zone de savane) avait effectivement induit une forte augmentation de la densité de *An. gambiae* mais ni du taux annuel d'inoculation ni du taux d'incidence des accès palustres chez les jeunes enfants âgés de moins de cinq ans. En revanche, on a observé, dans certains villages, une poussée de transmission en saison sèche, correspondant à la phase de récolte de la seconde campagne rizicole. À cette augmentation de la transmission est associée une poussée de fièvres palustres enregistrées alors chez les jeunes enfants (Henry *et al.*, *com. pers.*).

La situation entomologique est différente en Asie du Sud-Est où les zones rizicoles ne sont pas écologiquement favorables à *An. minimus* ou *An. Maculatus*, par exemple, et ne constituent donc pas les principales zones paludogènes.

En plus des anophèles, peuvent se développer, dans les zones rizicoles, d'autres genres et espèces de moustiques, vecteurs d'arboviroses (LACEY et LACEY, 1990) ou à l'origine d'importantes nuisances pour l'homme et les animaux. Les populations locales se plaignent des nuisances et entreprennent différentes actions de lutte contre les moustiques (PAINE, 1983), au sein de la maison comme du village. Ce comportement a été observé dans certains villages du périmètre rizicole de la vallée du Kou (Burkina Faso) où tous les habitants dorment régulièrement sous moustiquaire pour se protéger contre la pullulation des moustiques.

Si la situation entomologique peut être, plus ou moins rapidement, évaluée, il est beaucoup plus difficile de prévoir l'impact épidémiologique d'un projet rizicole, où toute une chaîne de facteurs intervient, avec une composante humaine dont le comportement est difficilement chiffrable. Il faut alors s'assurer du choix et de la pertinence des indicateurs. Par exemple, la prévalence plasmodiale, établie selon les classes d'âge, peut être intéressante en situation d'hypo- voire de méso-endémie. Mais elle n'a que peu d'intérêt en zone d'endémie palustre stable où il faut plutôt se fonder sur les charges parasitaires ou l'incidence de la morbidité chez les jeunes enfants pour bien percevoir la dynamique des relations hôtes-vecteurs-parasite et son évolution en fonction du projet et des éventuelles mesures de lutte.

Ce choix des indicateurs est donc crucial et il doit se faire avec les spécialistes des maladies considérées dans les zones concernées.

ANALYSES PROSPECTIVES ÉCONOMIQUES : ÉVALUATION DES RAPPORTS COÛT/EFFICACITÉ ET COÛT/BÉNÉFICE DES ACTIONS DE LUTTE

Les problèmes sanitaires doivent faire partie intégrante de l'estimation économique du projet et cela dès sa planification, afin de mieux envisager les différentes options. Deux approches sont possibles : l'analyse coût/efficacité et l'analyse coût/bénéfice.

L'analyse du rapport coût/efficacité (*cost-effectiveness analysis* ou CEA) est utilisée pour développer les options du projet au moindre impact sanitaire, donc au moindre coût réduisant les risques sanitaires. Cette approche est soumise à de nombreuses discussions en fonction des indicateurs et des méthodes de lutte choisis (ROSENFELD, 1979; CARRIN, 1984; PHILLIPS *et al.*, 1993). La Banque mondiale (1993) utilise comme indicateur le fameux DALY (*disability adjusted life year*) pour comparer le rapport coût/efficacité de différentes interventions. Ces critères et le rapport coût/DALY gagné selon les interventions et les maladies (dont le paludisme et la dengue) sont analysés en détail par JAMISON *et al.* (1993).

L'analyse du rapport coût/bénéfice (*cost-benefit analysis* ou CBA) compare les coûts sanitaires par rapport aux bénéfices envisagés par la prévention qui doit être entendue ici au sens large : prévention de l'infection, prévention de la maladie, prévention de la létalité.

Ces analyses impliquent la disponibilité d'une équipe multidisciplinaire comprenant des spécialistes en santé publique pour évaluer les coûts directs et indirects de la maladie et ceux de sa prévention selon les méthodes disponibles, ou préconisées, et leur efficacité, reconnue ou attendue.

L'analyse économique ne peut, à l'évidence, se pratiquer que si des données épidémiologiques fiables sont disponibles, ou peuvent être rapidement disponibles, et si l'évaluation des risques peut effectivement être envisagée et menée en fonction des expériences.

L'évaluation économique doit identifier toutes les variables, et les chiffrer, pour estimer le poids de la maladie et son évolution qui peut varier selon l'état d'avancement du projet et les mesures de lutte retenues. Elle doit considérer le montant des apports initiaux (investissement) et des coûts récurrents qui peuvent être plus ou moins élevés, ou devoir se prolonger sur plusieurs années, sans pouvoir ou devoir être pris en charge par la communauté.

Dans le processus, classique, de décision autour de la réalisation d'un projet, un des indicateurs de base des bailleurs de fonds est le taux interne de rendement (*internal rate of return*), qui est calculé en fonction de différentes alternatives techniques. En termes sanitaires, le projet n'est valable que si le ratio *health benefit/health cost* est largement positif. Il faut donc, dès la planification du projet, s'inscrire dans une logique santé et environnement.

OOMEN *et al.* (1990) ont présenté trois exemples de calcul d'impact de projets riziocoles exprimé en nombre de journées de vie saine perdues (*days of healthy life lost*) selon l'accroissement des risques sanitaires du paludisme, de la bilharziose et de ces deux parasitoses. Bien que plusieurs informations soient purement spéculatives, il apparaît que le nombre de journées perdues, donc potentiellement non productives, serait conséquent, cette information revêtant une valeur particulière auprès des bailleurs de fonds (avec le ratio « *input* » en termes monétaires/« *output* » en termes de journées productives).

Ces analyses économiques doivent faire l'objet d'une réflexion toute particulière et être adaptées aux faciés épidémiologiques et aux sociétés considérées. En effet, en zone de paludisme stable, la maladie concerne essentiellement les jeunes enfants dont la productivité immédiate et directe est alors difficile à chiffrer. Par contre, en zone de paludisme instable (Afrique du Sud, hauts plateaux malgaches, Asie du Sud-Est), la maladie se fait églement sentir chez les adultes, peu ou pas prémunis. Dans ces condi-

tions, il est possible de faire une estimation de l'impact du paludisme en termes de journées de travail perdues, donc en productivité, dans laquelle on doit inclure les coûts directs, eux aussi souvent délicats à chiffrer selon les situations sociologiques. Si l'analyse de l'impact socio-économique des maladies à transmission vectorielle doit être faite (PANT, 1987), elle demande prudence, expérience et pragmatisme.

Une méthodologie détaillée des analyses coût/efficacité de la lutte antivectorielle a été récemment présentée par PHILLIPS *et al.* (1993). Il conviendra de s'y reporter pour les étapes à suivre, en considérant que les modes de calcul sont compliqués et variables selon la personne qui les utilise et pour qui ils sont utilisés, avec des indicateurs qui peuvent être différents ou avoir un poids différent selon les bailleurs de fonds.

D'une façon générale, malgré ces difficultés d'estimation, les répercussions économique liées à l'impact sanitaire doivent être incluses dans l'évaluation de tout programme d'aménagement de l'environnement. Des économistes spécialisés doivent être associés aux épidémiologistes et aux entomologistes dans cette phase cruciale pour l'avenir, et le devenir, d'un projet.

MÉTHODOLOGIES DE BASE POUR LE PROCESSUS D'INTERVENTION

Un projet d'aménagements hydroagricoles comprend, schématiquement, cinq étapes majeures relatives aux risques sanitaires :

- la planification du projet avec l'identification des problèmes sanitaires potentiels en fonction du site et des connaissances acquises dans ce site ou dans des sites analogues ;
- la préparation avec une étude de faisabilité du projet incluant le volet santé et une évaluation des stratégies de lutte et de leur rapport coût/bénéfice ou coût/efficacité ;
- la finalisation du projet d'aménagement comprenant les différentes phases opérationnelles envisageables du volet santé, des centres de santé eux-mêmes aux actions spécifiques de lutte antivectorielle qui pourraient devoir être prises ; cette étape implique des concertations et des consultations à plusieurs niveaux, notamment avec des représentants des collectivités concernées par le projet (consultations intersectorielles) ;

- la mise en œuvre (ou réalisation) du projet impliquant la maintenance des matériels agricoles et sanitaires ;
- l'évaluation avec la replanification éventuelle et le bilan général.

Sans entrer dans le détail de ces différentes phases, trois opérations nous paraissent revêtir une importance particulière : la planification, l'évaluation régulière et le choix des mesures de lutte.

PLANIFICATION

La planification de l'action sanitaire recouvre la séquence opérationnelle classique suivante :

- le choix des objectifs et des indicateurs correspondant aux risques sanitaires identifiés ;
- le choix des mesures de lutte envisageables selon les faciès épidémiologiques et les conditions socio-économiques ;
- les modalités de recueil de l'information pertinente et fiable ;
- les modalités de transfert de l'information à l'échelon décisionnel, l'analyse de l'information (service d'épidémiologie), la prise de décision (arbre décisionnel) et la rétro-information ;
- les modalités de mise en œuvre des opérations de lutte prévues ;
- les modalités d'évaluation selon les méthodologies classiques.

Le choix des objectifs épidémiologiques est capital, notamment en zone d'endémie palustre où on peut admettre le « paludisme-infestation » mais pas le « paludisme-maladie » et encore moins le « paludisme sévère et compliqué ».

Concernant la cible opérationnelle, il s'agira de mettre en place l'ensemble des méthodes et des ressources, humaines et matérielles, permettant de réduire les risques inhérents aux transformations de l'environnement et de lutter efficacement contre les maladies liées aux vecteurs favorisés par les biotopes ainsi créés.

Ces objectifs doivent être clairement fixés et réalisables, et non utopiques, par rapport aux conditions économiques, écologiques et techniques. Il ne faut pas établir des objectifs épidémiologiques ou opérationnels trop ambitieux, irréels (de type « éradication du paludisme »), voire décourageants, impliquant des dépenses en argent et en énergie considérables qui s'interrom-

pront si l'évaluation, par rapport à cet objectif, est négative et qui handicaperont d'autres actions éventuelles.

Un des principe opérationnels consiste, par exemple, à évaluer les « seuils critiques » de densité, d'inféctivité ou de longévité des populations anophéliennes considérées pour que la transmission diminue, que le « taux de reproduction » de la maladie soit inférieur à 1 et que la maladie ne soit plus un problème de santé publique, même si la parasitose demeure. En fonction de ces objectifs, il faut savoir quelles mesures techniques seraient à prendre et comment, à partir du recueil de certaines variables, estimer le degré d'atteinte pour ces seuils.

Il est donc important que, dès le stade de la planification, aient été identifiés les risques ainsi que les moyens de les déceler dès leur survenue, et les mesures correctives correspondantes. Il faut également qu'à ce stade soit mis en place, de façon institutionnelle et opérationnelle, l'ensemble des moyens nécessaires pour éviter ces risques ou limiter rapidement leur impact (GOONASEKERE et AMERASINGHE, 1988; SELF et DE DATTA, 1988).

ÉVALUATION

L'évaluation doit être initiale et continue. Il faut prendre en compte :

- le fonctionnement du programme et des différentes mesures de lutte contre les maladies et leurs vecteurs avec leurs résultats ; l'évaluation doit se traduire par l'identification et la mise en œuvre des éventuelles mesures techniques correctives envisagées lors de la planification ;
- le degré de participation effective des communautés à l'aménagement de leur environnement, l'occupation des espaces, les attitudes par rapport à l'eau, la mise en place des mesures de lutte, etc.
- l'état sanitaire de la population et son évolution avec la mise en œuvre du projet.

Les lignes directrices pour l'évaluation des risques liés aux aménagements de l'environnement ont été établies (BIRLEY, 1993) ; elles permettent une estimation rapide de la situation qui est éminemment évolutive.

Aucun modèle mathématique n'est universellement applicable. Chaque situation doit, et peut, être étudiée à partir des variables connues et de cer-

taines estimations qui doivent être actualisées au fur et à mesure de l'avancement du projet et de l'éventuelle application des méthodes de lutte, préventives et curatives.

L'ensemble du processus d'évaluation des risques et des mesures de lutte revêt un intérêt tout particulier dès les stades de la planification, de l'identification et de la préparation du projet. C'est à ce niveau que s'applique le concept d'Évaluation de l'impact de l'environnement sur la santé (*Environmental Health Impact Assessment* ou EHIA) dans ses composantes relatives aux maladies à vecteurs, concept qui interviendra tout au long de l'exécution du projet.

Le point de départ de l'évaluation des risques va être un inventaire de tous les paramètres pertinents pour une estimation des problèmes sanitaires potentiels, considérant les facteurs abiotiques (géologie, pédologie, hydrologie, climatologie) et biotiques (flore, faune, population humaine) locaux et leurs évolutions envisageables avec le développement du projet.

Pour chaque étape du processus d'aménagement de l'environnement, de tels inventaires sont nécessaires pour évaluer, dans la mesure du possible, les impacts que ces modifications ont eu, ou pourraient avoir, sur l'épidémiologie de certaines maladies, locales ou importées, et donc les mesures à prendre à temps.

La méthodologie de base consiste à organiser l'information afin de mettre en évidence les relations, effectives ou potentielles, entre les différents facteurs considérés sous forme de *matrices d'interactions*. Ces matrices placent certains facteurs en colonne (par exemple les risques représentés par les vecteurs ou les maladies), d'autres en ligne (par exemple les causes représentées par les paramètres environnementaux pertinents qui vont être modifiés) ; l'intersection correspond à un élément clé, d'importance relative plus ou moins grande, qu'il faut prendre en compte et étudier.

La relation entre irrigation, phase de la riziculture et transmission du paludisme est, notamment, fonction de l'écologie larvaire de certaines espèces d'anophèles. Dans certaines zones d'Afrique occidentale, la séquence est classique :

■ *An. gambiae s.l.* est une espèce héliophile qui se développe tant que le riz n'est pas trop haut et ne projette pas trop d'ombre, c'est-à-dire pendant les phases de mise en eau, de repiquage, de début de montaison puis de

récolte du riz, ces phases pouvant correspondre à des périodes de transmission élevée;

■ *An. pharoensis* et *An. coustani* sont de mauvais vecteurs qui se développent lorsque le riz a atteint une certaine hauteur, c'est-à-dire pendant les phases de maturation et d'épiaison du riz qui peuvent correspondre à des périodes de transmission relativement faible.

D'autres modèles ont été observés, toujours en fonction de l'épidémiologie locale du paludisme et de l'écologie larvaire du vecteur principal. À Madagascar, par exemple, la transmission est maximale en phase de maturation du riz lorsque le gîte est propice à *An. funestus*.

Dans le cas de *An. gambiae*, à ces gîtes anthropiques représentés par les rizières, où la mise en eau est liée aux cycles culturaux (une à deux cultures par an), s'ajoutent les gîtes classiques (trous d'emprunt de terre, empreintes de pas, flaques temporaires) productifs pendant la saison des pluies. Cette situation crée des conditions tout à fait particulières qui interviennent dans la dynamique des populations anophéliennes et celle de la transmission. Par exemple, la transmission peut ne pas être élevée en période d'apparente pullulation d'anophèles si, pour des raisons de régulation naturelle des populations, la longévité des vecteurs est réduite. En revanche, les taux d'inoculation peuvent être intenses même en cas de faible densité, si celle-ci s'accompagne d'une grande longévité des anophèles.

Ainsi, selon les conditions entomologiques, épidémiologiques et agricoles locales, il est possible de prévoir les périodes de poussée de transmission du paludisme, donc de prendre les mesures qui s'imposent quand elles s'imposent, c'est-à-dire avant qu'elles ne s'imposent !

Mais il faut se garder d'extrapoler systématiquement car, ainsi que le souligne GIOUDA (1992), « les mêmes causes ne produisent pas les mêmes effets quant à l'impact des travaux hydrauliques sur la santé et le développement ».

CHOIX DES MESURES

Les mesures disponibles pour intervenir dans la régulation des problèmes de santé sont classiques et exposées dans plusieurs ouvrages (OMS, 1980, 1983, 1985; IIRI/PEEM, 1988; OOMEN *et al.*, 1990). Elles obéissent à trois principes (NAJERA, 1988) :

- utiliser et appliquer les connaissances préalablement acquises ;
- utiliser l'expérience acquise au cours du projet ;
- disséminer l'expérience acquise.

L'évaluation continue se traduit par des choix, à chaque étape, d'un certain nombre d'actions, spécifiques ou générales, qui doivent être fondées sur une connaissance approfondie des problèmes locaux et de leurs multiples variables. Elles constituent, en quelque sorte, une prévention contre l'introduction des vecteurs, des parasites et des maladies, ainsi que contre l'aggravation d'une situation présente et de ses séquelles.

Les méthodes spécifiques de lutte sont nombreuses et bien connues ; elles s'articulent autour de deux cibles principales.

La *lutte antivectorielle* s'opère par des méthodes physiques ou écologiques (HILL et CAMBOURNAC, 1941 ; RUSSELL *et al.*, 1942 ; BOYD, 1949 ; KIKER et KNIPE, 1949 ; MATHER *et al.*, 1984 ; OMS, 1985 ; LACEY et LACEY, 1990) ou chimiques (COOSEMANS, 1991), avec une importance toute particulière accordée aux adulticides. La littérature est abondante sur ces sujets. Les manipulations génétiques des populations anophéliennes ne relèvent pas du domaine opérationnel. Un des problèmes majeurs rencontrés pourra être celui de la résistance aux insecticides, due principalement à leur emploi intensif en agriculture, mais pas spécialement en riziculture (ROBERTS *et al.*, 1984 ; NAJERA, 1988 ; CHANDRE *et al.*, 1999).

La *lutte contre la maladie* s'effectue à travers toute une série de mesures, curatives et préventives, classiques impliquant les populations et les services de santé.

Prise isolément, aucune des mesures envisageables ne peut parvenir à un contrôle complet et permanent de la situation et elles doivent être conjuguées (COOSEMANS et BARUTWANAYO, 1989) avec les approches économique et sociologique. Leur efficacité résulte de leur adaptation, de leur synergie et de leur coordination (BARUTWANAYO *et al.*, 1991).

Les méthodes de lutte générales accordent une importance particulière à l'éducation sanitaire et à l'hygiène, à la participation effective des communautés concernées et à la prise en compte des facteurs éco-épidémiologiques de risque pour les éviter, ou réduire leur impact.

Ainsi, la prévention de la maladie, considérée au sens large du terme, peut s'envisager à travers toute une série de mesures complémentaires qui relèvent du bon sens.

Les mesures primaires, comme la promotion de la santé et de l'hygiène, la mise en œuvre de protections spécifiques contre les moustiques, etc., ne dépendent pas que du secteur santé lui-même mais relèvent d'actions générales (information, éducation, communication).

Les mesures secondaires, comme l'amélioration du diagnostic et du traitement qui limite la durée de la maladie et son évolution morbide, etc., relèvent du secteur santé lui-même qui devra être renforcé à cet effet. Tout projet d'aménagements hydroagricoles devra avoir une double action coordonnée, à savoir développer un réseau de postes de santé opérationnels, organisés et régulièrement supervisés, mais aussi promouvoir une information de la population pour améliorer le taux de fréquentation de ces centres de santé. En Côte d'Ivoire, dans la région de Daloa par exemple, Cadot (*com. pers.*) a montré que moins de 15 % de la population se rendait régulièrement au centre de santé.

Les mesures tertiaires permettent la réhabilitation et la réinsertion dans le tissu social et le processus productif de la région considérée.

CONCLUSION

Le principe de base pour un aménagement de l'environnement soucieux de limiter les risques sanitaires sera de prévoir, d'évaluer et d'agir à temps de façon adaptée, concertée et coordonnée, pour une efficacité maximale s'inscrivant dans la durée.

Récemment, l'OMS (1997) considérait que pratiquement tout le paludisme est lié aux conditions environnementales, y compris la gestion de l'eau et des sols, et estimait que 90 % du fardeau global que constitue cette maladie est attribuable aux facteurs environnementaux. Et le paludisme n'est qu'une des composantes des risques sanitaires dus aux maladies liées à l'eau utilisée par l'homme pour ses activités agricoles.

Pour GRATZ (1988), les preuves sont suffisantes pour qu'on puisse établir un lien entre la riziculture et l'augmentation, réelle ou potentielle, de plusieurs maladies à transmission vectorielle comme la bilharziose ou le paludisme en Afrique sud-saharienne. Le problème étant de savoir ce qu'il est possible de faire pour éviter l'aggravation de la situation, sur le plan technique (pratiques agricoles, mesures sanitaires et écologiques) mais aussi économique, sociologique voire législatif.

La relation entre la santé humaine et l'environnement est extrêmement complexe. En effet, il n'y a pas une seule et unique façon d'organiser et d'analyser les relations santé-environnement qui permettrait d'identifier toutes les interactions (réseau multicausal ou plurifactoriel) et les interventions possibles (OMS, 1997).

La situation est compliquée dans les pays en développement. Du fait des modifications incontrôlées de l'environnement liées à la pression démographique, aux projets hydroagricoles, etc., ces pays sont souvent dans une phase dite de transition de risque, passant des risques traditionnels aux risques modernes (SMITH, 1997). Lorsque les risques sanitaires liés à l'environnement ne sont pas maîtrisés, les risques modernes et traditionnels s'additionnent, aggravant la situation des populations concernées. En revanche, lorsque les problèmes environnementaux sont maîtrisés, les risques traditionnels sont fortement réduits et les risques modernes sont ramenés à un niveau acceptable.

Dans ces conditions, les aménagements hydroagricoles doivent intégrer la composante santé dès leur conception, en envisageant les problèmes à court et moyen terme. Le projet doit aussi être conçu en tenant compte des difficultés inhérentes aux modifications initiales de l'environnement mais également aux travaux d'entretien pour éviter les risques sanitaires avec la détérioration des aménagements. Pour cela, il faut que participent à la conception du projet non seulement les ingénieurs, les économistes, etc., mais aussi les agents des services de santé (entendu au sens large) et des représentants des communautés concernées par le projet.

Les risques sanitaires doivent être considérés au fur et à mesure de la mise en œuvre du projet puis pendant sa phase productive en se référant à la matrice d'interactions, et il faut que soient corrélativement envisagées les

mesures à prendre, les modalités de leur choix et de leur mise en application, avec les coûts et leur efficacité attendue.

Les outils existent, encore faut-il savoir les choisir et les utiliser où, comment et quand il faut. Ce qui implique un système de suivi fondé sur des indicateurs dont le choix, le mode de recueil, le mode d'analyse et le processus de décision doivent être précisés dès la phase de conception du projet. Ce qui signifie la présence d'entomologistes aux côtés des économistes et des sociologues, avec les ingénieurs.

Toutes les mesures envisagées doivent être réalisables, c'est-à-dire être acceptables par la communauté et faisables avec la communauté. Cette participation active de la population est le gage de la continuité des actions d'entretien des aménagements, de la non-dégradation particulière de l'environnement, et des activités de lutte, générale et spécifique. Par exemple, dans la région d'Imbo (Burundi), dans les villages de la zone rizicole, avec une bonne participation des communautés aux différentes actions de lutte, la prévalence plasmodiale est passée de 70 % à 10 % et la prévalence des fortes parasitémies de 35 % à 5 % (BARUTWANAYO *et al.*, 1991).

L'efficacité de ces mesures ne s'inscrit que dans la continuité, c'est-à-dire avec l'implication des communautés concernées. Ce qui nécessite aussi une action *permanente* d'information, de sensibilisation et d'encadrement par des agents, techniques et sociaux, bien formés, mais aussi la poursuite, selon des termes à préciser, des soutiens extérieurs qui ne doivent pas s'arrêter à la réalisation du projet « clés en main ».

L'homme, enfant terrible de l'évolution, pour MOUCHET (1998), a remodelé son environnement et modifié les risques de maladies à vecteurs dans un cadre renouvelé par les activités humaines. La situation est devenue différente et appelle des solutions appropriées. L'enfant terrible doit alors faire preuve d'imagination, d'intelligence et de dévouement pour maîtriser les risques qu'il crée en modifiant « son » environnement. Les récentes réunions internationales ont bien souligné les risques à l'échelle planétaire et le besoin d'actions urgentes, en commençant par ne pas altérer l'environnement par des projets à visées uniquement mercantiles.

Avec MOUCHET (1998), il faut considérer que la gestion de la population du globe et de l'environnement est le défi des cinquante prochaines années. Il

s'agit d'une urgence absolue. Cela implique une action générale, réfléchie, coordonnée, concertée intégrant les problèmes humains aux problèmes techniques pour un développement durable fondé sur le respect de l'équilibre entre l'homme et ses environnements.

[Références bibliographiques]

- AUDIBERT M., MATHONNAT J., NZEYIMANA I., HENRY M.C., 1999. « Rôle du capital humain dans l'efficience technique des producteurs de coton du nord de la Côte d'Ivoire ». In : Congrès des IV^{es} Journées scientifiques Aupelf/Uref, Ouagadougou, 14-15 janvier 1999.
- AULT S.K., 1983. Anthropological aspect of malaria control planning in Sri Lanka. *Med. Anthropol.*, 7 : 27-50.
- BANQUE MONDIALE (World Bank), 1993. *World Development Report, 1993. Investing in Health*. New York, Oxford University Press.
- BARUTWANAYO M., COOSEMANS M., DELACOLETTE C., BISORE S., MPITABAKANA P., SERUZINGO D., 1991. Campagne de lutte contre les vecteurs de paludisme dans le cadre d'un projet de développement rural au Burundi. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 71 (suppl. 1) : 113-125.
- BIRLEY M.H., 1993. *Lignes directrices permettant de prévoir les conséquences sanitaires des projets de développement des ressources en eau notamment les maladies transmises par vecteurs*. WHO/CWS/91.3.
- BLANCHETEAU C., PICOT M., 1983. Le Projet rizicole dans la plaine de Mbos (Cameroun). Modification éventuelle de l'état sanitaire. *Méd. Trop.*, 43 (2) : 171-176.
- BOYD M.F. (éd.), 1949. *Malariaology*. Philadelphia/London, W.B. Saunders.
- BRADLEY D.J., 1974. Water supplies: the consequences of change. In: *Human Rights in Health*, CIBA Foundation Symposium 23, Excerpta Medica. Amsterdam, Elsevier.
- BRADLEY D.J., NARAYAN R., 1987. « Epidemiological patterns associated with agricultural activities in the tropics with special references to vector-borne diseases ». In: *Effects of agricultural development on vector-borne diseases*, proceedings of the 7th meeting WHO/FAO/Unep/PEEM (7-12 September 1987). Rome, FAO, doc. AGL/MISC/12/87.
- BRENGUES J., EUZAN J.-P., FERRARA L., JOSEPH A., LEFRANCOIS P., 1974. *Prospection entomologique sur les vecteurs de maladies tropicales et quelques aspects nutritionnels dans la plaine des Mbos (Cameroun)*. Orstom, n° 8-74/Ent., 33 p., doc. ronéo.
- BRENGUES J., HERVÉ J.-P., HOUGARD J.-M., MOUCHET J., 1992. « Épidémiologie et manipulation des eaux de surface. Les conséquences sanitaires des manipula-

- tions des eaux de surface pour la culture de la canne à sucre et du riz en Afrique. Une remise en question de l'épidémiologie et de l'intervention médicale ». In : *Environnement et développement durable*. Paris, ministère de la Recherche et de la Technologie, service de l'information et de la communication, coll. « Populations et Paysage » : 16-18.
- CARNEVALE P., ROBERT V., 1987. « Introduction of irrigation in Burkina Faso and its effects on malaria transmission ». In : *Effects of agricultural development on vector-borne diseases*, proceedings of the 7th meeting WHO/FAO/Unep/PEEM (7-12 September 1987). Rome, FAO, doc. AGL/MISC/12/87.
- CARNEVALE P., GUILLET P., ROBERT V., FONTENILLE D., DOANNIO J., COOSEMANS M., MOUCHET J., 1999. Diversity of malaria in rice growing areas of the Afrotropical region. *Parasitologia*, 41: 273-276.
- CARRIN G., 1984. *Economic evaluation of Health Care in Developing Countries: Theory and Applications*. London/Sydney, Croom Helm.
- CHANDLER J.A., HIGHTON R.B., 1975. The succession of mosquito species in rice fields in Kisumu area of Kenya, and their possible control. *Bull. Ent. Res.*, 65 : 295-302.
- CHANDRE F., MANGUIN S., BRENGUES C., DOSSOU-YOVO J., DARRIET F., DIABATE A., CARNEVALE P., GUILLET P., 1999. Current distribution of a pyrethroid resistance gene (*kdr*) in *Anopheles gambiae* complex from West Africa and further evidence for reproductive isolation of the Mopti form. *Parasitologia*, 41: 329-322.
- Coluzzi M., 1994. Malaria and the afrotropical ecosystems. Impact of man-made environmental changes. *Parasitologia*, 36 : 223-227.
- COOSEMANS M., 1985. Comparaison de l'endémie malarienne dans une zone de riziculture et dans une zone de culture du coton dans la plaine de la Rusizi, Burundi. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 65 : 135-158.
- COOSEMANS M., 1991. Développement d'une stratégie de lutte contre le paludisme dans une région rizicole au Burundi. *Bull. Mém. Acad. R. Méd. Belg.*, 146 (1-2) : 157-65.
- COOSEMANS M., BARUTWANAYO M., 1989. Malaria control by antivectorial measures in a zone of chloroquine-resistant malaria: a successful programme in a rice growing area of the Rusizi Valley. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 83 (suppl.) : 97-98.
- COUPRIÉ B., CLAUDOT Y., SAMÉ-EKOB A., ISSOUFA H., LÉGER-DEBRUYNE M., TRIBOULEY J., RIPERT C., 1985. Étude épidémiologique du paludisme dans les régions rizicoles de Yagoua et de Maga (Nord-Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 78 (2) : 191-204.
- DEOM J., 1982. *Water Resources Development and Health: a selected bibliography*. WHO/PDP/82.2.
- DOSSOU-YOVO J., DOANNIO J.M.C., DIARRASSOUBA S., CHAUVANCY G., 1998. Impact d'aménagements de rizières sur la transmission du paludisme dans la ville de Bouaké, Côte d'Ivoire. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 91 (4) : 1-7.
- DOSSOU-YOVO J., DIARRASSOUBA S., CHANDRE F., CARNEVALE P., 1999. « Influence of rice cultivation on malaria transmission in Savanna area of northern Côte d'Ivoire ». In : *XIIth European Meeting, Society for Vector Ecology*, Wageningen, 6-11 Sept. 1999.

- DOUMENGE J.-P., 1992. « Aménagements hydro-agricoles et santé: peut-on concilier les deux? ». In BLANC-PAMARD C. (éd.): *Dynamique des systèmes agraires: la santé en société. Regards et remèdes*. Paris, Orstom, coll. Colloques et Séminaires: 213-224.
- FAO, 1984. *L'aménagement de l'environnement pour la lutte antivectorielle dans la riziculture*. Rome, FAO, Irrigation et Drainage, 41, 152 p.
- FAO, 1987. *Effects of agricultural development on vector-borne diseases*. Proceedings of the 7th meeting WHO/FAO/Unep/PEEM (7-12 Sept. 1987). Rome, FAO, doc. AGL/MISC/12/ 87.
- FAYE O., FONTENILLE D., GAYE O., SY N., MOLEZ J.-F., KONATE L., HÉBRARD G., HERVÉ J.-P., TROUILLET J., DIALLO S. et al., 1995. Paludisme et riziculture dans le delta du fleuve Sénégal (Sénégal). *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 75 (3): 179-189.
- GIODA A., 1992. Les mêmes causes ne produisent pas les mêmes effets. Travaux hydrauliques, santé et développement. *Synthèse Sécheresse*, 3: 227-234.
- GOONASEKERE K.G.A., AMERASINGHE F.P., 1988. « Planning, design, and operation of rice irrigation schemes, their impact on mosquito-borne diseases ». In IIRRI/PEEM: 41-50.
- GRATZ N.G., 1988. « The impact of rice production on vector-borne disease problems in developing countries ». In IIRRI/PEEM.
- HAUMONT G., GUY M., VILLARD H., LUCCHESI F., CABANNES A., TRIBOULET-DURET J., SAMÉ-ÉKOBO A., RIPERT C., 1992. Maladies parasitaires des riverains et construction d'un barrage sur la rivière Kadéi au Cameroun. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 131: 43-55.
- HILL R.C., CAMBOURNAC F.J.C., 1941. Intermittent irrigation in rice cultivation and its effect on field water consumption and *Anopheles* production. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 80: 649-652.
- HUNTER J.-M., REY L., SCOTT D., 1982. Man-made lakes and man-made diseases: towards a policy resolution. *Social Sci. Med.*, 16: 1127-1145.
- HUNTER J.-M., REY L., CHU K.Y., ADEKOLU-JOHN E.O., MOTT K.E., 1993. *Parasitic diseases in water resources development. The need for intersectorial negotiation*. Genève, WHO, 152 p.
- IIRRI/PEEM, 1988. *Vector-borne diseases control in humans through rice agroecosystem management*. Proceedings of the workshop on Research and training needs in the field of integrated vector-borne diseases control in rice-land agroecosystems of developing countries. IIRRI/PEEM, 237 p.
- JAMISON D.T., MOSLEY W.H., MEASHAM A.R., BODADILLA J.-L., 1993. *Disease control priorities in developing countries*. Oxford, Oxford University Press.
- JOSSE R., JOSSERAN R., AUDIBERT M., MERLIN M., COMBE A., SAUNERON M.F., ADJIDJI S., MONDET B., LE HESRAN J.-Y., KOUKA-BEMBA D., TRIBOULEY J., RIPERT C., 1987. Paludométrie et variations saisonnières du paludisme dans la région du projet rizicole de Maga (Nord-Cameroun) et dans la région limitrophe. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, n° spécial: 63-71.
- KIKER C.C., KNIFE F.W., 1949. Management of water to reduce anopheline breeding. In BOYD M.F. (éd.): *Malariaology*. London, W.B. Saunders: 1312-1388.
- LACEY L.A., LACEY C.M., 1990. The medical importance of riceland mosquitoes

- and their control using alternatives to chemical insecticides. *J. Amer. Mosq. Contr. Assoc.*, 6 : 1-93.
- LAVENTURE S., MOUCHET J., BLANCHY S., MARRAMA L., RABARISON P., ANDRIANAIVOLAMBO L., RAYANARIVELO E., RAKOTOAROVY I., ROUX J., 1996. Le riz source de vie et de mort sur les plateaux de Madagascar. *Cahiers Santé*, 6 : 79-86.
- LIPTON M., DE KADT E., 1988. *Agriculture-Health Linkages*. Genève, OMS, WHO Offset Publication, 104.
- MARRAMA L., RAJOANARIVELO E., LAVENTURE S., RABARISON P., 1995. *Anopheles funestus* et la riziculture sur les plateaux de Madagascar. *Cahiers Santé*, 5 (6) : 415-419.
- MATHER T.H., THAT T.T., YOSHIDA T., TSUTSUI H., 1984. *Environmental management for vector control in rice fields*. Rome, FAO, Irrig. Drain. Pap., 41, 152 p.
- MOUCHET J., 1998. « L'Homme, enfant terrible de l'évolution ». In BRENGUES J., HERVÉ J.-P. (éd.) : *Aménagements hydroagricoles et santé*. Paris, Orstom, coll. Colloques et Séminaires, 313 p.
- MOUCHET J., GARIOU J., 1960. Anophélisme et paludisme dans le département Bamiléké (Cameroun). *Rech. Ét. Cam.*, 1 : 92-114.
- MOUCHET J., BRENGUES J., 1990. Les interfaces agriculture-santé dans les domaines de l'épidémiologie des maladies à vecteurs et de la lutte antivectorielle. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 83 (3) : 376-393.
- MOUCHET J., CARNEVALE P., 1997. Impact des transformations de l'environnement sur les maladies à transmission vectorielle. *Cahiers Santé*, 7 : 263-269.
- MUKIANA T.K., MWANGI R.W., 1989. Seasonal population changes and malaria transmission potential of *Anopheles pharoensis* and the minor anopheline in Mwea Irrigation Scheme, Kenya. *Acta Tropica*, 46 (3) : 181-189.
- NAJERA J.A., 1988. Malaria and rice: strategies for control. In IRRI/PEEM : 123-132.
- OMS, 1980. *La lutte antivectorielle par l'aménagement de l'environnement*. Genève, OMS, Série de rapports techniques, n° 649.
- OMS, 1983. *Integrated Vector Control*. Genève, OMS, Technical Report Series, n° 668.
- OMS, 1985. *Manuel de l'aménagement de l'environnement en vue de la démoustication, eu égard plus spécialement aux vecteurs de paludisme*. Genève, OMS, Publications Offset, 66.
- OMS, 1992. Health and the Environment: a Global Challenge. WHO Commission on Health and Environment. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 70 : 409-413.
- OMS, 1997. *Health and Environment in sustainable development. Five years after the Earth Summit*. Genève, OMS, 245 p.
- OMEN J.M.V., DE WOLF J., JOBIN W.R., 1990. *Health and Irrigation. Incorporation of disease control measures in irrigation, a multi faceted task in design, construction, operation*. ILRI publication : 45-304.
- PAINE E.O. (éd.), 1983. *Major riceland mosquitoes: an annotated bibliography*. Texas A & M University Research Foundation, 252 p.
- PANT C., 1987. Vector-borne diseases of man and their socio-economic impact. *Insect Sci. Applic.*, 8 (4-5-6) : 655-664.

- PANT C., GRATZ N.G., 1979. Malaria and agricultural development. *Outlook Agric.*, 10 : 111-115.
- PHILIPPON B., MOUCHET J., 1976. Répercussion des aménagements hydrauliques à usage agricole sur l'épidémiologie des maladies à vecteurs en Afrique intertropicale. *Cahiers du CENECA*, coll. Intern. Paris, mars 1976, doc. 3.12.13, 14 p.
- PHILLIPS M., MILLS A., DYE C., 1993. *Guidelines for cost-effectiveness analysis of vector control*. PEEM Guidelines series 3, 192 p.
- PONTABRY P., WEBER J., 1970. *Contribution à l'étude des problèmes économiques de la santé au Nord-Cameroun*. Université de Grenoble 2 (BP Économie)/IREP, 147 p.
- ROBERT V., PETRARCA V., CARNEVALE P., COLUZZI M., 1986. « Le particularisme de la transmission du paludisme dans la zone rizicole de la Vallée du Kou (Burkina Faso) ; l'apport de l'étude cytogénétique des vecteurs à l'épidémiologie ». In : *14th National Congress Soc. Ital. Paras.*, Pisa, 21-24 May 1986.
- ROBERT V., OUARI B., OUEDRAOGO V., CARNEVALE P., 1988. Étude écologique des *Culicidae* adultes et larvaires dans une rizière en Vallée du Kou, Burkina Faso. *Acta Tropica*, 45 : 351-359.
- ROBERT V., GAZIN P., CARNEVALE P., 1989. « De la difficulté de prévoir les répercussions sanitaires des aménagements hydroagricoles : le cas du paludisme dans la rizière de la Vallée du Kou ». In EL DIN M., MILLEVILLE P. (éd.) : *Le risque en agriculture*. Paris, Orstom, coll. À travers champs : 541-543.
- ROBERT V., OUEDRAOGO V., CARNEVALE P., 1991. « La transmission du paludisme humain dans un village du centre de la rizière de la Vallée du Kou, Burkina Faso ». In : *Le paludisme en Afrique de l'Ouest. Études entomologiques et épidémiologiques en zone rizicole et en milieu urbain*. Paris, Orstom, coll. Études et Thèses : 5-16.
- ROBERT V., PETRARCA V., COLUZZI M., BOUDIN C., CARNEVALE P., 1991. « Étude des taux de parturité et d'infection du complexe *Anopheles gambiae* dans la rizière de la Vallée du Kou, Burkina Faso ». In : *Le paludisme en Afrique de l'Ouest. Études entomologiques et épidémiologiques en zone rizicole et en milieu urbain*. Paris, Orstom, coll. Études et Thèses : 17-35.
- ROBERT V., VAN DEN BROEK A., STEVENS P., SLOOTWEG R., PETRARCA V., COLUZZI M., LE GOFF G., DI DECO M.A., CARNEVALE P., 1992. Mosquitoes and malaria transmission in irrigated rice-fields in the Bénoué Valley of northern Cameroon. *Acta Tropica*, 52 : 201-204.
- ROBERTS R.H., STARK P.M., MEISCH M.V., 1984. Aerosol evaluation of selected adulticides against colonized and field strains of mosquitoes. *J. Amer. Mosq. Ctr. Assoc.*, 44 : 528-533.
- ROSENFELD P.L., 1979. *Management of Schistosomiasis*. Baltimore (Maryland), The Johns Hopkins University Press.
- RUSSELL P.F., KNIFE F.W., RAO H.R., 1942. On the intermittent irrigation of rice fields to control malaria in South India. *J. Mal. Inst. India*, 4 : 321-340.
- SANCHEZ P.A., BUOL S.W., 1985. « Agronomic taxonomy for wetlands soils ». In : *Wetlands soils: characterization, classification and utilization*. IRRI Institute : 207-227.
- SELF L.S., DE DATTA K., 1988. « The impact of water management practices in rice

- production on mosquito vector propagation ». In IRRI/PEEM : 67-83.
- SINGH N., SINGH O.P., SOAN V., 1989. Mosquito breeding in rice fields and its role in human malaria transmission in Mandla district, M.P. *Indian J. Malariol*, 26 (4): 191-198.
- SLOOTWEG R., VAN SCHOOTEN M.L.F., 1990. *Paludisme et irrigation: augmentation du paludisme à cause de l'introduction des cultures irriguées à Gounougou et estimation de la perte au niveau des ménages*. Garoua, Mission d'étude et d'aménagement de la vallée supérieure de la Bénoué, rapport du projet Pisciculture, n° 36.
- SMITH K.R., 1997. « Development, health and the environmental risk transition ». In SHAHI G.S. et al. (éd.): *International perspectives on environment, development and health: toward a sustainable world*. New York, Springer Publishing Co.: 51-62.
- STANLEY N.F., ALPERS M.P. (éd.), 1975. *Man-made Lakes and Human Health*. London, Academic Press.
- SURTEES G., 1970. Effects of irrigation on mosquito population and mosquito-borne diseases in man, with particular reference to rice field extension. *Intern. J. Environ. Studies*, 1: 35-42.
- TAKOUGANG I., SAMÉ-EKOBO A., EBO' O EYENGA V., ENYONG P., 1994. Étude de la faune vectorielle sur le site du futur barrage de Meemve'ele (Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 87: 261-266.
- TIFFEN M., 1993. *Lignes directrices pour l'incorporation des mesures de protection de la santé dans les projets d'irrigation par la coopération intersectorielle*. WHO/CWS/91.2.
- WORLD BANK (Banque mondiale), 1993. *World Development Report, 1993. Investing in Health*. New York, Oxford University Press.

Riziculture

Dans de nombreux pays africains, l'objectif de l'autosuffisance alimentaire est à l'origine d'une politique de développement de la riziculture fondée sur une maîtrise parfaite de l'eau et la mise en place d'aménagements hydroagricoles. Ces aménagements entraînent des transformations profondes du milieu. Ils favorisent la multiplication des gîtes larvaires de moustiques et augmentent la densité des mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose dans les canaux d'irrigation et de drainage.

LA RIZICULTURE AU CAMEROUN

La riziculture s'est fortement développée au Cameroun. Des projets de développement ont été réalisés dans la vallée du Logone, la vallée de la Bénoué, la plaine de Ndop et la plaine des M'bos (photo 1 et carte 3). Ces projets sont actuellement opérationnels à l'exception de celui de la plaine des M'bos.

Le projet de la vallée du Logone est le plus important. Implanté dans la province de l'Extrême-Nord du Cameroun, ce projet, lancé en 1971 par la Société d'expansion et de modernisation de la riziculture de Yaoua (Semry), avait pour but d'obtenir, à partir de 1985, une production annuelle de 90 000 tonnes de paddy. Pour atteindre cet objectif, on a lancé les projets Semry I dans la région de Yagoua, Semry II à Maga et Semry III à Kousséri.

La riziculture est développée dans la vallée de la Bénoué (province Nord) depuis 1987, à partir du barrage de Lagdo, par des équipes chinoises et hollandaises. Elle intéresse les villages de Gounougou et de Ourodoukoudjé et ses environs sur une surface de 80 ha.

La plaine de Ndop est située dans la province du Nord-Ouest (département de Ngo-Kétunja). La riziculture y est pratiquée par des paysans dans l'arrondissement de Ndop, soutenue par le projet Upper Noun Valley Development

Authority (UNVDA), lancé en 1978. Le lac de retenue né de la construction du barrage de Bamenjing permet l'irrigation des rizières.

Enfin, dans la plaine des M'bos, située dans la province de l'Ouest (arrondissement de Santchou), le projet rizicole est mis en œuvre par la Société d'expansion de la riziculture de la plaine des M'bos (Soderim). Lancé en 1974, ce projet se proposait d'installer 1 300 familles sur une superficie de 18 000 ha, avec un objectif de production de 11 400 tonnes de riz pluvial et de bas-fond. Il a drainé vers la plaine les populations des montagnes voisines.

RIZICULTURE ET ENVIRONNEMENT

RIZICULTURE ET ÉCOLOGIE

Tous les projets rizicoles au Cameroun ont abouti à la création de plusieurs centaines d'hectares de rizières : vallée du Logone, 8 000 ha à Semry I, 9 400 ha à Semry II et 1 560 ha à Semry III ; vallée de la Bénoué, 800 ha ; plaine de Ndop, 3 400 ha ; plaine des M'bos : 3 000 ha.

Les rizières ainsi créées constituent des écosystèmes particuliers où le faible niveau d'eau (900 à 1 000 mm) et les meilleures conditions d'ensoleillement et de température (plus de 25 °C) les rendent favorables au développement des larves de moustiques. Par contre, l'absence de végétation aquatique et d'ombre fait qu'elles sont peu propices au développement des mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose.

Dans la vallée du Logone (projets Semry I et II), d'autres biotopes sont créés en relation étroite avec les rizières.

Canaux d'irrigation

Ils se répartissent en deux catégories. D'une part, les canaux d'irrigation primaires qui sont larges et profonds avec des berges relativement abruptes et un courant rapide empêchant la prolifération de la végétation aquatique. D'autre part, les canaux secondaires, tertiaires et quaternaires dont les dimensions sont de plus en plus réduites, le débit de plus en plus faible, l'envasement et l'envahissement par les plantes aquatiques de plus en plus importants. Ils offrent de la sorte des conditions idéales au développement des populations de bulins et de planorbes, hôtes intermédiaires de la bilharziose.

Canaux de vidange

Les canaux de vidange des casiers se divisent également en canaux primaires, secondaires, tertiaires et quaternaires, avec des caractéristiques physiques identiques à celles des canaux d'irrigation mais de dimensions plus petites. La faune malacologique y est variée et abondante par endroits. Les bulins y sont plus nombreux que dans les canaux d'irrigation.

Mayo Guerlo

Le Mayo Guerlo fonctionne comme les autres *mayos* (cours d'eau temporaires), mais il est en relation directe avec les activités rizicoles du fait qu'il se déverse dans le drain principal des casiers Semry I. La faune malacologique y est très variée et abondante, dominée par *Bulinus forskalii* et surtout *Bulinus truncatus*. Ce *mayo* représente un risque de transmission d'autant plus grand qu'il assure l'homogénéisation des mollusques et des parasites entre les deux périmètres Semry I et Semry II.

Lac de retenue

Le lac, qui occupe une dépression naturelle dans laquelle toute la végétation terrestre préexistante a été noyée, est un milieu très propice au développement des mollusques. Cette retenue permanente assure l'irrigation des rizières tout au long de l'année, l'eau du lac étant également utilisée pour toutes les tâches de lavage et même pour la cuisine et la boisson. Enfin, la pêche s'y développe de plus en plus (pirogue, filet ou ligne).

Rives du Logone

Ce fleuve est la seule rivière permanente dans la région dont l'eau permet l'irrigation directe des rizières Semry I et indirecte des rizières Semry II. Ses rives abruptes et sablonneuses, son débit rapide, même en saison sèche, et la rareté de la végétation aquatique font du Logone un milieu propice au développement des bivalves et de certains prosobranches, mais absolument pas favorable à l'implantation des pulmonés, hôtes intermédiaires de la bilharziose.

RIZICULTURE ET ENVIRONNEMENT SOCIAL

AUDIBERT (1981 a et b) a étudié l'impact du projet Semry sur les mouvements des populations après la mise en eau du lac de retenue de Maga. Deux

enquêtes transversales ont été réalisées respectivement en mars-avril 1979 (début de la mise en eau du lac) et en novembre-décembre 1979 (fin de la mise en eau) dans trois zones : la première ou zone du lac comprend la population des villages situés dans le périmètre du lac ; la deuxième est la zone d'aménagement qui regroupe la population des villages situés au nord de la digue ; la troisième, zone limitrophe, englobe la population des villages situés au nord, à l'ouest et au sud des deux zones précédentes.

Les résultats de l'étude montrent une augmentation de la population de plus de 2,6 % dans la zone limitrophe et de plus de 5 % dans la zone d'aménagement, ainsi qu'une diminution de 47,8 % dans la zone du lac. L'accroissement de la population de plus de 5 % dans la zone d'aménagement peut s'expliquer par une immigration importante pour la mise en exploitation des casiers rizicoles.

Dans le cadre du projet rizicole de la plaine des M'bos, BLANCHETEAU et PICOT (1983) ont également observé une migration importante des populations venues des montagnes voisines vers la plaine pour la culture du riz.

RIZICULTURE ET ENVIRONNEMENT ÉCONOMIQUE

Selon AUDIBERT (1981 a et b), le projet Semry II a contribué, dans la région de Maga, à une augmentation des charges financières des riziculteurs. La

Figure 1
Évolution des redevances depuis l'introduction de la riziculture (projet Semry II).

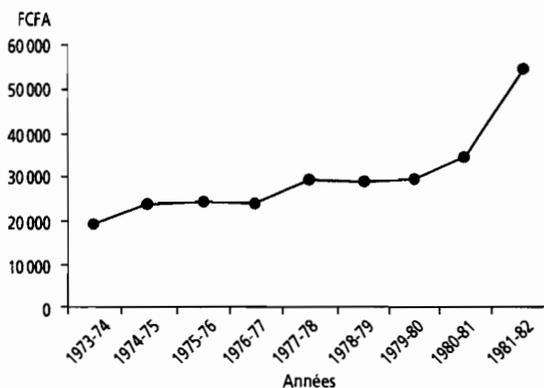


figure 1 montre l'évolution des redevances depuis l'introduction de la riziculture ; en nette progression, elles sont passées de 19 330 FCFA entre 1973 et 1974 à 55 000 FCFA entre 1981 et 1982. Cette hausse est due aux frais supplémentaires supportés par les riziculteurs, liés à certaines prestations telles que l'irrigation, l'encadrement et l'achat des plants et des engrais.

RIZICULTURE IRRIGUÉE ET MALADIES TRANSMISSIBLES

RIZICULTURE ET PALUDISME

Au Cameroun, le paludisme est la première cause de morbidité déclarée dans toutes les tranches d'âge, avec un taux de mortalité élevé. Selon les données du Programme national de lutte contre le paludisme (PNLP), il est responsable de 30 à 35 % des décès chez les enfants de moins de cinq ans. Trois espèces plasmodiales sévissent dans le pays : *Plasmodium falciparum*, *P. ovale* et *P. malariae* (LOUÉ *et al.*, 1989).

La chloroquinorésistance de *P. falciparum*, décrite pour la première fois à Limbé en 1985, s'étend dans la plupart des régions du pays (LEBRAS et RINGWALD, 1989).

Les études épidémiologiques sur le paludisme conduites dans les régions rizicoles de Yagoua et de Maga (COUPRIÉ *et al.*, 1985 ; AUDIBERT *et al.*, 1990 ; FONDJO *et al.*, 1999) ont montré que la riziculture irriguée n'est pas un facteur d'augmentation des indices parasitologiques (tabl. I, II, III). Cette observation rejoint celle de FAYE *et al.*, 1993 (tabl. IV) dans la zone sahéenne du Sénégal, mais diffère de celle de COOSEMANS (1985) dans la plaine de la Rusizi. Ce dernier a constaté que, dans les villages de la plaine, les prévalences parasitaires sont plus élevées dans les zones du projet que dans celles situées en dehors.

RIZICULTURE ET BILHARZIOSE

La carte de la bilharziose humaine a été établie par DESCHIENS *et al.* (1968). Elle fait ressortir les grands foyers de la maladie dans les provinces du grand Nord, du Littoral, de l'Est et du Centre (carte 5). Les trois formes de la bilhar-

Tableau I. Prévalence de l'infestation palustre dans les quatre sites prospectés et pour l'ensemble de la population examinée, d'après l'étude de la parasitémie (COUPRIÉ *et al.*, 1985).

	Hommes		Femmes		Hommes + femmes	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Site 1*	72	0	59	6,8	131	3,1
Site 2*	47	4,3	75	4,0	122	4,1
Site 3*	153	1,9	148	4,1	301	3,0
Site 4**	193	6,2	177	9,0	370	7,6
Ensemble	465	3,7	459	6,3	924	5,0

* Sites localisés hors de la zone du projet.

** Sites localisés dans la zone du projet.

Tableau II. Indices plasmodiques (en %) des enfants de 2-9 ans par zone de mars 1979 à avril 1985 (AUDIBERT *et al.*, 1990).

	Zone satellite*	Zone aménagée**	Zone périphérique*
Mars 1979	18,2	9,3	13,8
Novembre 1979	25,3	24,7	36,7
Mars 1981	9,3	5,6	17
Novembre 1981	10,5	7,3	5,9
Avril 1985	15,3	10,2	14,7

* Située hors de la zone du projet.

** Située dans la zone du projet.

Tableau III. Répartition des indices plasmodiques (IP en %) dans les villages de la zone de riziculture irriguée et de non-riziculture (KOLLO *et al.*, 1999).

	Mahouda**	Simatou**	Guirvidig*	Farahoulou*
GE+	62	80	109	82
GE-	554	578	523	479
IP (%)	10,0	12,1	17,2	14,6

GE+ : goutte épaisse positive (sujet malade).

GE- : goutte épaisse négative (sujet sain).

* Localités situées hors de la zone du projet.

** Localités situées dans la zone du projet.

ziose humaine africaine sont représentées dans les différentes parties du Cameroun : bilharziose génito-urinaire à *Schistosoma haematobium* ; bilharziose intestinale à *S. mansoni* ; bilharziose intestinale (ou rectale) à *S. intercalatum*.

L'impact de la riziculture irriguée sur la prévalence et l'incidence de la bilharziose urinaire a été étudié par AUDIBERT *et al.* (1990) dans trois zones (zone

satellite, zone d'aménagement et zone périphérique) de la vallée du Logone. Les résultats de cette étude montrent que la riziculture irriguée n'a pas contribué à une augmentation de la prévalence et de l'incidence de la maladie dans la zone d'aménagement où les taux sont plus faibles que dans la zone périphérique (tabl. V). Ils rejoignent ceux de YELNICK *et al.* (1982) dans le périmètre rizicole de Yagoua au Cameroun (tabl. VI), mais différent de ceux obtenus par SAMÉ-EKOBO (1997) dans la vallée de la Bénoué au Cameroun où la

Tableau IV. Variations saisonnières de l'indice plasmodique moyen des enfants de 0 à 9 ans selon le village (FAYE *et al.*, 1993).

	Juillet 1990			Novembre 1990			Juillet 1991			Novembre 1991		
	N	+	%	N	+	%	N	+	%	N	+	%
Diomandou-Walo**	46	4	8,7	60	5	8,3	63	7	11,1	75	4	5,3
Diomandou-Dieri**	131	13	9,9	134	9	6,7	97	9	9,3	106	3	2,8
Toulde Galle*	151	25	16,5	112	8	7,1	90	6	6,7	84	0	0

N : nombre de prélèvements.

+ : nombre de sujets positifs.

* Localités situées hors de la zone du projet.

** Localités situées dans la zone du projet.

Tableau V. Prévalence et incidence (en %) de la bilharziose de 1979 à 1981 dans la vallée du Logone par zone (AUDIBERT *et al.*, 1990).

	Zone satellite		Zone aménagée		Zone périphérique	
	Prévalence	Incidence	Prévalence	Incidence	Prévalence	Incidence
Mars 1979	8,7	4,3	1,5	4,6	20	12,6
Novembre 1979	4,3	0	4,9	1	26,9	6
Mars 1981	0	0	3	2,3	28,7	8,7
Novembre 1981	4,3	2,6	4,6	0,3	35,2	3
Avril 1985	26	-	2,6	-	37,4	-

Tableau VI. Prévalence de la bilharziose urinaire dans les quatre villages étudiés, d'après l'élimination des œufs dans les urines (YELNICK *et al.*, 1982).

	Toukou**		Dabaye**		Vélé*		Zébé**		Total	
	s.m.	s.f.	s.m.	s.f.	s.m.	s.f.	s.m.	s.f.	s.m.	s.f.
Nombre d'examens	158	151	95	99	159	154	77	97	489	501
% œufs +	57,6	56,3	63,1	61,6	32,7	30,5	20,8	19,6	44,7	42,3

% œufs + : pourcentage des examens urinaires positifs à la recherche des œufs de bilharziose.

s.m. : sexe masculin ; s.f. : sexe féminin.

* Localités situées dans la zone du projet.

** Localités situées hors de la zone du projet.

prévalence de la bilharziose urinaire dans le village irrigué de Gounougou (53,3 %) était significativement supérieure à celle du village de Djalingo-Kapsiki, village non irrigué (35,3 %).

RIZICULTURE ET VECTEURS

RIZICULTURE ET VECTEURS DU PALUDISME

Plusieurs travaux portant sur la faune anophélienne au Cameroun (LANGUILLON *et al.*, 1956 ; AWAHMUKALAH *et al.*, 1992 ; CARNEVALE *et al.*, 1992 ; FONDJO *et al.*, 1992 ; FONDJO, 1996 ; MANGA *et al.*, 1992 ; ROBERT *et al.*, 1993 ; NJAN NLONGA *et al.*, 1993) ont identifié quatre espèces impliquées dans la transmission du paludisme.

An. gambiae s.l., principal vecteur du paludisme, est une espèce ubiquiste dans tout le pays. Les espèces du complexe *An. gambiae* se répartissent comme suit : *An. gambiae s.s.* sur tout le territoire, *An. arabiensis* au nord et à l'extrême nord et *An. melas* sur la frange du littoral atlantique. Pour ce qui est des formes chromosomiques de *An. gambiae s.s.*, c'est la forme « forêt » qui prédomine dans le Sud-Cameroun. Cette forme se rencontre en petit nombre dans les montagnes de l'ouest ainsi que la forme « savane ».

An. funestus est aussi un vecteur important du paludisme au Cameroun. Bien que signalé dans toutes les régions, il est moins bien adapté au milieu forestier que *An. gambiae*. *An. moucheti* est très largement répandu dans tout le sud forestier et se développe sur les bords des cours d'eau de grande et moyenne importance dans les zones de courant faible. *An. nili* est très répandu, y compris en zone forestière, et se développe sur les bords des rivières et des fleuves assez rapides.

Sur le plan de la transmission, quatre faciès épidémiologiques (carte 2) correspondant aux différentes zones climatiques sont à distinguer :

- le faciès de la zone forestière au Sud-Cameroun où le paludisme est stable, à transmission intense et permanente ;
- le faciès de savane au Nord-Cameroun où le paludisme est stable, à transmission plutôt saisonnière et longue (de 4 à 6 mois) ;

- le faciès sahélien à l'extrême nord du Cameroun, zone où le paludisme présente une stabilité moyenne et une transmission saisonnière courte (de 1 à 3 mois) ;
- le faciès d'altitude, zone de paludisme instable avec une transmission très brève, le paludisme survenant ici sous forme de poussées épidémiques.

Les répercussions de la riziculture sur les densités anophéliennes agressives et la transmission du paludisme ont également été étudiées.

Les études réalisées aussi bien au Cameroun (FONDJO, 1999) que dans d'autres pays (ROBERT *et al.*, 1985 ; COOSEMANS, 1985) montrent que l'implantation de la riziculture entraîne une augmentation des densités anophéliennes agressives dans les zones du projet (tabl. VII et VIII). Ces densités élevées s'accompagnent, dans certaines situations, d'une augmentation de la transmission du paludisme (COOSEMANS, 1985 ; FONDJO *et al.*, 1999) (tabl. IX). Le phénomène inverse a été démontré au Burkina Faso (ROBERT *et al.*, 1985) (tabl. X).

Tableau VII. Densités agressives de *An. gambiae s.l.* et *An. funestus* dans la région rizicole de Maga (FONDJO *et al.*, 1999).

Village	Densités agressives (piqûres/homme/an)
Mahouda**	13 670
Simatou**	17 440
Guirvidig*	4 000
Farahoulou*	3 500

* Villages situés hors de la zone du projet.

** Villages situés dans la zone du projet.

Tableau VIII. Densités agressives de *An. gambiae* et *An. funestus* dans la savane arborée et la zone rizicole des environs de Bobo-Dioulasso (ROBERT *et al.*, 1985).

Village (faciès)	Densités agressives (piqûres/homme/an)
Dandé-Tango (savane type)	1 380
Kongodjan (savane près d'un marigot)	7 480
VK6 (rizière périphérie)	13 900
VK4 (rizière centre)	14 000

Tableau IX. Taux d'inoculation entomologique annuel dans les villages de la zone de riziculture irriguée et de non-riziculture de la région de Maga (province de l'Extrême-Nord du Cameroun) (FONDJO *et al.*, 1999).

Village	Taux d'inoculation entomologique annuel
Mahouda**	366
Simatou**	226
Guirvidig*	103
Farahoulou*	18

* Villages situés hors de la zone du projet.

** Villages situés dans la zone du projet.

Tableau X. Taux d'inoculation annuel en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo-Dioulasso (ROBERT *et al.*, 1985).

Village (faciès)	Taux d'inoculation annuel
Dandé-Tango (savane type)	55
Kongodjan (savane près d'un marigot subpermanent)	133
VK6 (rizière périphérie)	60
VK4 (rizière centre)	50

RIZICULTURE ET HÔTES INTERMÉDIAIRES DE LA BILHARZIOSE

La faune malacologique dans les différents biotopes (drains aménagés, lacs de retenue, drains extérieurs) créés par les projets SEMRY I et II a été étudiée par AUDIBERT *et al.* (1990). Les densités élevées de *Biomphalaria pfeifferi*, de *Biomphalaria forskali* et de *Bulinus truncatus* ont été observées respectivement dans les drains (extérieurs et aménagés) et le lac de retenue.

CONCLUSION

Bien que la riziculture permette aux populations des zones concernées d'assurer leur autosuffisance alimentaire, elle entraîne une migration importante des populations vers les zones du projet et crée par ailleurs de nombreux biotopes susceptibles de favoriser le développement de certaines endémies telles que le paludisme et la bilharziose. C'est pourquoi des actions doivent être entreprises pendant toute la durée du projet pour réduire ses effets sur l'environnement et la santé des populations directement touchées ou vivant en dehors de la zone du projet.

Le paludisme en zone de riziculture étant lié à l'action de l'homme sur le milieu, la priorité devrait être donnée aux actions préventives suivantes :

- les méthodes de lutte physiques, telles que l'amélioration de la distribution des eaux dans les bacs riziers, le drainage et le remblayage ;
- les méthodes de lutte physico-chimiques, telles que l'utilisation de matériaux (rideaux et moustiquaires) imprégnés d'insecticides à effet rémanent.

En effet, la prolifération des mollusques dans les canaux étant due à la stagnation des eaux, à l'envasement et à la prolifération de la végétation dans les canaux secondaires et tertiaires, l'essentiel de la lutte portera sur les travaux d'entretien des canaux de distribution et des tranchées de drainage, de dévasement, de faucardage (extirpation des plantes).

Quant aux actions curatives, elles s'exerceront par le biais des centres de santé qui devraient être créés dans les zones de riziculture, pour une meilleure prise en charge des cas de paludisme et de bilharziose. Cela implique une bonne formation du personnel de santé et l'approvisionnement régulier des centres en médicaments.

[Références bibliographiques]

- AUDIBERT M., 1981 a. *Projet de recherche sur le développement de la zone de Maga. Compte rendu de la seconde enquête socio-économique et médicale (novembre-décembre 1979)*. Aix-en-Provence, Centre d'économie de la santé, Faculté des sciences économiques.
- AUDIBERT M., 1981 b. *Projet de recherche sur le développement de la zone de Maga. Compte rendu de la troisième enquête socio-économique et médicale (février-avril 1981). Premiers résultats sur l'activité agricole*. Aix-en-Provence, Centre d'économie de la santé, Faculté des sciences économiques.
- AUDIBERT M., JOSSERAN R., JOSSE R., ADJIDJI A., 1990. Irrigation, schistosomiasis and malaria in the Logone valley, Cameroon. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 42 (6) : 550-560.
- AWAHMUKALAH D.S.T., COLUZZI M., PETRARCA V., 1992. Osservazioni sul complesso *Anopheles gambiae* (Diptera : Culicidae) nel Cameroon Occidentale. *Parasitologia*, 34 (1) : 18-19.
- BLANCHETEAU C., PICOT M., 1983. Le projet rizicole dans la plaine des M'bos (Cameroun). *Méd. Trop.*, 43 (2) : 171-176.
- CARNEVALE P., LE GOFF G., TOTO J.-C., ROBERT V., 1992. *An. nili* as the main vector of human malaria in villages of south Cameroon. *Med. Vet. Entomol.*, 6 : 135-138.

- COOSEMANS H., 1985. Comparaison de l'endémie malarienne dans une zone de riziculture et dans une zone de culture du coton dans la plaine de la Rusizi, Burundi. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 65 : 135-158.
- COUPRIÉ B., CLAUDOT Y., SAMÉ-EKOBO A., ISSOUFA H., LÉGER-DEBRUYNE M., TRIBOULEY J., RIPPET C., 1985. Étude épidémiologique du paludisme dans les régions rizicoles de Yagoua et de Maga (Nord-Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 78 (2) : 191-204.
- DESCHENS R., DELAS A., POIRIERS A., NGALLÉ-EDIMO S., 1968. La répartition géographique des bilharzioses humaines au Cameroun. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 61 : 222-223.
- FAYE O., GAYE O., HERVÉ J.P., DIACK P.A., DIALLO S., 1993. Le paludisme en zone sahélienne du Sénégal. 2. Indices parasitaires. *Ann. Soc. Belge Trop.*, 73 : 31-36.
- FONDJO E., ROBERT V., LE GOFF G., TOTO J.-C., CARNEVALE P., 1992. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 2. Étude entomologique dans deux quartiers centraux peu urbanisés. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 85 : 57-83.
- FONDJO E., 1996. *Étude du comportement du complexe An. gambiae et de la transmission du paludisme dans deux faciès éco-climatiques au Mali et au Cameroun*. Thèse 3^e cycle, univ. Bamako, 93 p.
- FONDJO E., PATCHOKÉ S., ATANGANA J., DJOUAKA R., KOLLO B., 1999. *Le paludisme dans la région de Maga (Province de l'Extrême-Nord du Cameroun)*. 1. Étude entomologique de la transmission dans quatre villages. Yaoundé, ministère de la Santé publique, 12 p.
- KOLLO B., FONDJO E., MVAÏWA M., PATCHOKÉ S., WAKAM B.K., SALI O., 1999. *Le paludisme dans la région de Maga (Province de l'Extrême-Nord du Cameroun)*. 2. Étude parasitologique et clinique dans quatre villages. Yaoundé, ministère de la Santé publique, 11 p.
- LANGUILLON J., MOUCHET J., RIVOLA E., RATEAU J., 1956. Contribution à l'étude de l'épidémiologie du paludisme dans la région forestière du Cameroun : paludométrie, espèces plasmodiales, anophélisme, transmission. *Méd. Trop.*, 16 : 347-349.
- LE BRAS J., RINGWALD P., 1989. La chimiosensibilité de *P. falciparum* en Afrique. *Méd. Trop.*, 50 : 11-16.
- LOUÉ P., ANDELA A., CARNEVALE P., 1989. Étude de la morbidité palustre au Centre de Prévention Maternelle et Infantile de l'Hôpital Central, Yaoundé, Cameroun (observation d'un échantillon de 903 enfants). *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 69 : 191-208.
- MANGA L., ROBERT V., MESSI J., DESFONTAINE M., CARNEVALE P., 1992. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 1. Étude entomologique de la transmission dans deux quartiers centraux. *Mém. Soc. R. Belge Ent.*, 35 : 155-162.
- NJAN NLONGA A., ROBERT V., TOTO J.-C., CARNEVALE P., 1993. *Anopheles moucheti*, vecteur du paludisme au sud du Cameroun. *Bull. Liais. Doc. Océan.*, 26 (2) : 63-67.
- ROBERT V., GAZIN P., BOUDIN C., MOLEZ J.F., OUEDRAOGO V., CARNEVALE P., 1985. La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 65 (2) : 201-214.

- ROBERT V., PETRARGA V., LE GOFF G., MANGA L., 1993. Quelques données cytogénétiques sur le complexe *Anopheles gambiae* au Sud-Cameroun. *Bull. Liais. Doc. Océac*, 26 : 99-101.
- SAMÉ-EKOBO A., 1997. *Santé, climat et environnement au Cameroun*. Yaoundé, Jutey Sciences, 329 p.
- YELNICK A., ISSOUFA H., APPRIOU M., TRIBOULEY J., GENTILLINI M., RIPERT C.H., 1982. Étude épidémiologique de la bilharziose à *S. haematobium* dans le périmètre rizicole de Yagoua (Nord-Cameroun). Prévalence de l'infestation et évaluation de la charge parasitaire. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 75 : 62-71.
- WIBAUX-CHARLOIS M., 1980. *Enquête malacologique dans la zone rizicole de Yagoua. Périmètres Semry I et II (Département du Mayo-Danay)*. Yaoundé, ministère de la Santé publique.

Robert BOS, Bernard PHILIPPON, Albert SAMÉ-EKOBO

Barrages, environnement et maladies à vecteurs

À l'orée du ^{xxi}e siècle, le paludisme demeure un problème majeur de santé publique au Cameroun comme première cause de mortalité et de morbidité. Aucune tranche d'âge n'est épargnée par ce fléau dans tout le pays. Devant l'ampleur de la maladie, plusieurs initiatives nationales et mondiales ont vu le jour ces dernières années, parmi lesquelles « *Multilateral Initiative for Malaria* » (MIM) en mars 1997, « Faire reculer le paludisme » (FRP) ou « *Roll Back Malaria* » (RBM) en avril 1999.

Au Cameroun, le Programme national de lutte contre le paludisme (PNLP) bénéficie du soutien de diverses institutions et organismes, en particulier l'OMS et plus récemment l'IRD. Une analyse de la situation de cette endémie devient donc une nécessité.

La présente expertise prend en compte cette préoccupation en rassemblant les connaissances sur l'endémie palustre au Cameroun par rapport aux projets de développement. Ceux-ci sont en effet considérés comme une cause non négligeable d'extension de la maladie lorsque les travaux de développement ne respectent pas certaines normes techniques et socio-économiques. Au terme de l'analyse, une estimation du risque d'impact des projets de développement est proposée, accompagnée des mesures préventives et compensatoires que les données examinées imposent.

PRINCIPAUX BARRAGES AU CAMEROUN

Au Cameroun, les grands barrages jouent un rôle de premier plan dans la mise en valeur des ressources. Ils sont l'élément central de la production d'énergie électrique pour l'ensemble du territoire. De plus, la demande crois-

sante en denrées alimentaires dans la sous-région de l'Afrique centrale et le souci de maintenir l'autosuffisance alimentaire pour faire face à une forte croissance démographique poussent les décideurs camerounais à détourner les grands barrages de leur but primitif de source d'énergie pour les orienter vers des fins agropastorales (DESCHIENS, 1970 ; KASSAPU, 1978).

Pourtant, depuis une quinzaine d'années, leurs effets néfastes ont conduit, entre autres, la Commission mondiale de l'environnement et du développement (OMS, 1987) à examiner les perspectives de dégradation de l'environnement en lien avec le développement. Les répercussions des travaux de développement sur l'environnement et la santé ont nourri le rapport intitulé *Notre planète, notre santé* de la Commission Santé et Environnement de l'OMS (1992). Depuis, les effets néfastes des barrages en matière de santé sont mieux compris et admis à la fois en raison de leur importance du point de vue économique et du souci de l'écologie de participer aux projets de construction de ces ouvrages dans le cadre de négociations intersectorielles.

GRANDS BARRAGES

À ce jour, six grands barrages et huit petits sont en état de fonctionnement au Cameroun (tabl. I) et quatre autres en projet.

Parmi les grands barrages, quatre sont hydroélectriques, propriété de l'État, construits et gérés par la Société nationale d'électricité du Cameroun (Sonel) pour la production de l'énergie électrique. Les deux autres sont des barrages mixtes (tabl. I), à vocation agricole et piscicole d'une part, hydroélectrique d'autre part. La répartition géographique de ces ouvrages (carte 3) traduit le souci des décideurs de couvrir autant que faire se peut l'ensemble du territoire national en électricité.

Sur le plan architectural, ce sont des barrages en béton au sein desquels peuvent être distinguées deux catégories : les barrages-poids (c'est-à-dire tous, sauf celui de Lagdo) et le barrage-voûte de Lagdo qui, incurvé en plan, s'arc-boute sur les flancs de la vallée de la rivière Bénoué. L'autre caractéristique architecturale est représentée par les annexes : le déversoir (pour l'évacuation des crues par leur crête), un ou plusieurs dispositifs de vidange et des prises d'eau ; celles-ci permettent l'accès à l'eau pour les populations environnantes. Le profil des déversoirs et le fonctionnement des différents dispositifs

Tableau I. Classification des principaux barrages en état de fonctionnement au Cameroun.

Grands barrages		Petits barrages	
Localité	Cote (m)	Localité	Cote (m)
Barrages hydroélectriques		Barrages hydroélectriques	
Édéa	34	Mokolo-Nord	980
Songloulou	128		
Mapé	715	Barrages de retenue	
Mbakaou	842	Mokolo Douvar	1 186
		Djingliya	1 005
Barrages mixtes		Méri B16	931
Lagdo	216	Méri B17	904
Bamendjin	1 151	Tala Mokolo B32	970
		Tala Mokolo B9	946
		Yaoundé-Nkolbisson	704

annexes du barrage sont importants sous l'angle épidémiologique car ils influencent la biologie des vecteurs aquatiques susceptibles de se développer sur le déversoir, dans le lac de retenue et dans le lit de la rivière en aval. Leurs zones d'implantation ont des superficies suffisamment grandes pour entretenir un microclimat chaud et humide, favorable au développement de la faune culicidienne.

PETITS BARRAGES

Par opposition aux grands barrages, tous les petits barrages sont exclusivement des barrages de retenue pour la consommation en eau. Il s'agit d'ouvrages de dimensions modestes destinés à l'approvisionnement de certaines villes et de certaines localités enclavées de montagne. D'une façon générale, en milieu rural, les petits barrages sont nombreux, qu'il s'agisse de ceux destinés à la pisciculture ou, tout simplement, à retenir l'eau de réserve pour la saison sèche dans les monts Mandara.

Il est à noter que la ville de Yaoundé était alimentée jusqu'en 1995 par l'eau du barrage de la Méfou construit dans un quartier périphérique, Nkolbisson. Au Nord-Cameroun, la ville de Mokolo est encore alimentée, depuis 1975, par le barrage de Douvar, localisé comme à Yaoundé dans la zone périurbaine.

MODIFICATIONS ÉCOLOGIQUES

Les modifications écologiques constituent un panel stratégique pour les décideurs. Les sites des barrages et leurs périmètres sont l'objet de modifications hydrologiques, géodynamiques (RIPERT *et al.*, 1979) et écosystémiques favorisant la transmission des maladies liées à l'eau (ATANGANA *et al.*, 1980) et la prolifération de certains vecteurs de maladies (PHILIPPON et MOUCHET, 1976 ; PETR, 1978 ; FINKELMAN et ARATA, 1987 ; WIJEYARATNE, 1987 ; BOS, 1990 ; HUNTER *et al.*, 1993). Les données, concordantes, montrent que l'impact des barrages sur la santé humaine concerne la malaria (RIPERT *et al.*, 1991 a), la bilharziose (RIPERT *et al.*, 1991 b), l'onchocercose, la filariose de Bancroft (RIPERT *et al.*, 1979) et la dracunculose (RIPERT *et al.*, 1987). Les maladies dites hydriques, dues aux agents infectieux (bactéries, virus, parasites) non transmis par un vecteur mais absorbés avec les eaux souillées, ne sont pas concernées par cette expertise.

Dans l'ensemble, les données précitées sur les modifications écologiques ont permis de mieux connaître les risques sanitaires induits par les barrages au Cameroun et de guider le choix des responsables administratifs et scientifiques quant aux mesures à prendre en matière de prévention et de lutte.

Dans ce contexte, il s'agit d'identifier pour chaque barrage ses composantes géographiques (la zone climatique, la cote du barrage), sociales et ethnologiques. Pour cela, il est nécessaire que soit défini un cadre conceptuel dans lequel les perspectives liées à la construction du barrage seront répertoriées.

BARRAGES, ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

CADRE CONCEPTUEL

Tout barrage de par ses dimensions, sa localisation géographique et son potentiel de production énergétique ou agricole crée un espace vital qui attire un flux de populations et les expose à des pathologies impliquant des accidents de travail et les maladies vectorielles en passant par les infections transmissibles telles que la tuberculose, les MST¹ et les atteintes respiratoires.

| 1 MST : maladies sexuellement transmissibles.

Certaines sont spécifiques à des zones géographiques – c'est le cas des endémies parasitaires comme la malaria, les filarioses, la bilharziose et les trypanosomiasis –, d'autres sont plus ou moins cosmopolites.

Quel que soit le cas, la construction d'un barrage a sur l'environnement et sur l'homme des conséquences fort variées qu'il faut évaluer avec soin afin d'être certain que les bénéfices qui en découlent sont supérieurs aux coûts (TIFFEN, 1993). En effet, « un aménagement bien conçu et bien géré devrait être synonyme de l'élévation du niveau de vie et de meilleure santé » (GIODA, 1992).

Le diagramme de la figure 1 représente les chaînes relationnelles ou structures des lignes de force existant entre le barrage, l'environnement et les vecteurs et la transmission des parasites.

Trois niveaux peuvent être définis :

- modifications de l'environnement par l'ouvrage et ses annexes ;
- proliférations vectorielles et augmentation du flux migratoire des populations humaines, accroissant les risques sanitaires ;
- augmentation des cas de maladie, de mortalité et baisse de la productivité si aucune mesure de lutte n'est prise.

Les paramètres dépendant de chaque niveau écologique influencent plus ou moins les nuisances et les déterminants des maladies vectorielles.

MODIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES LIÉES AUX BARRAGES

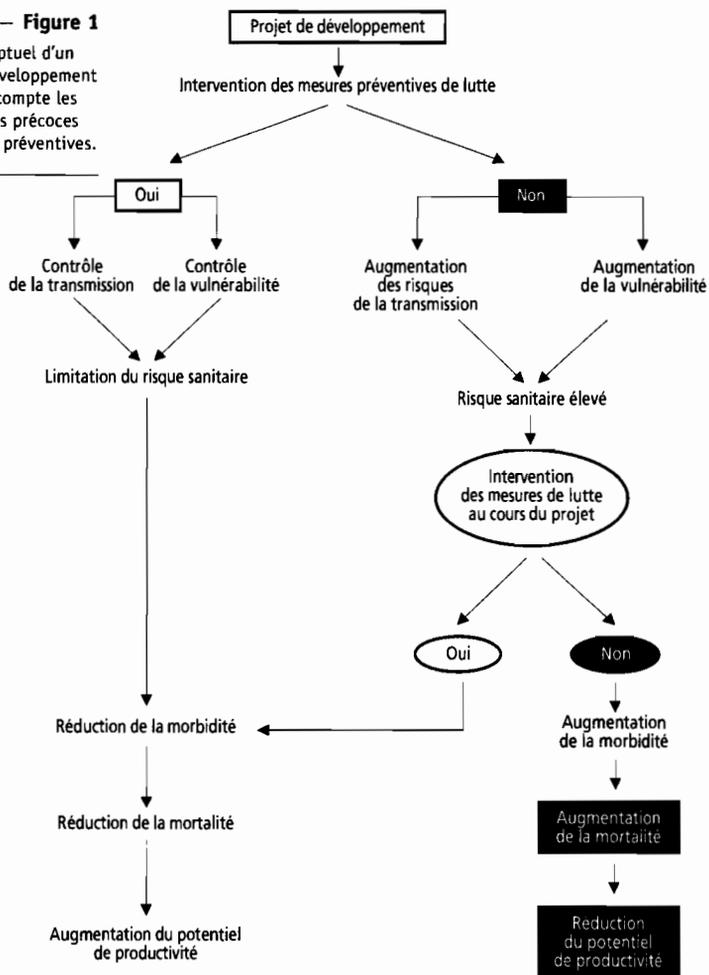
La construction d'un grand barrage est le point de départ de modifications plus ou moins rapides de l'environnement et de la création d'activités humaines à des fins essentiellement agricoles et piscicoles. L'analyse de cet environnement nouveau fait appel à deux ordres de données : d'une part, les modifications écosystémiques en rapport avec l'environnement physique de la zone d'aménagement ; d'autre part, la dynamique des populations humaines liée à l'environnement économique et social de l'ouvrage.

Modifications écosystémiques

Les modifications des écosystèmes provoquées par les barrages interviennent aussi bien dans les milieux aquatiques, de part et d'autre de la digue de retenue, que dans le territoire environnant de l'ouvrage.

Figure 1

Cadre conceptuel d'un projet de développement prenant en compte les interventions précoces des mesures préventives.



Dans un premier temps, la retenue entraîne diverses transformations dominées par l'élévation de la nappe phréatique, la submersion de la faune et de la flore terrestres. Par la suite, ont lieu les modifications qui font passer progressivement le milieu d'un état oligotrophe, caractérisé par une faible

concentration des éléments organiques, à un état eutrophe, marqué par l'abondance des matières organiques. Il en résulte une densité élevée des populations aquatiques et parallèlement une très forte demande en oxygène et un développement accru de la végétation aquatique. Dans les zones voisines, la dégradation de l'environnement commence par le déboisement du périmètre des cours d'eau qui alimentent le réservoir. Cette élimination du couvert végétal se traduit par l'érosion et la perte de fertilité du sol. De plus, le débit des cours d'eau devient irrégulier : le ruissellement des eaux de pluie provoque des inondations tandis que, en période de faible pluviosité, il crée des mares qui peuvent s'assécher ou être pérennes.

Cette situation a des répercussions directes et indirectes sur les populations riveraines en créant des gîtes larvaires pour les arthropodes et les mollusques hôtes intermédiaires.

Dans le cas d'une exploitation du barrage en système d'irrigation des cultures, il est constaté qu'en aval l'agriculture irriguée uniformise beaucoup le paysage et appauvrit la diversité de la faune et de la flore (HUNTER *et al.*, 1994). Les principales transformations accompagnant l'agriculture irriguée sont l'augmentation de la superficie couverte par l'eau, l'apparition en contrebas du lac de retenue, ou à la limite des terres cultivées, de terrains marécageux du fait de l'élévation de la nappe phréatique, enfin l'apparition d'un microclimat en général chaud et humide tout au long de l'année.

D'une façon générale, les conditions écologiques ainsi créées offrent à certaines espèces animales ou végétales des conditions propices à leur développement et leur aptitude à transmettre les maladies ; en effet, dans ces grandes étendues d'eau, l'extension des biotopes aquatiques et l'eutrophisation concourent à favoriser l'installation et la multiplication d'invertébrés (les culicidés et les mollusques) vecteurs des maladies, et de la flore.

Cependant, d'autres espèces de la faune, notamment les moustiques, peuvent disparaître ou se développer sélectivement dans de petits territoires. Il en est de même des plantes flottantes dont la laitue d'eau (*Pistia striatiodes*) ou la jacinthe d'eau (*Eichornia crassipes*), considérées comme gîtes aquatiques des insectes vecteurs et de mollusques hôtes intermédiaires de maladies. La flore benthique ou submergée peut aussi contribuer à l'entretien d'importantes colonies de mollusques, en particulier les plantes des genres *Ceratophyllum* et *Utricularia*.

Dynamique des populations humaines

Différentes populations humaines attirées lors de la construction du barrage (ingénieurs, ouvriers, familles, touristes) influencent d'une manière ou d'une autre la contamination des vecteurs et des hôtes intermédiaires sur le site (LOCHOUARN *et al.*, 1987 ; HUNTER *et al.*, 1993). Ces hommes, femmes et enfants, de par leur état immunitaire, créent forcément une nouvelle situation épidémiologique locale des maladies.

Bien que l'identification des nouvelles pathologies résultant des migrations humaines soit difficile à établir, il est admis que le Nord-Cameroun est l'objet de flux migratoires depuis l'ère précoloniale jusqu'à nos jours. En particulier, la région de Lagdo est connue depuis 1974 pour les opérations officielles de peuplement (SLOOTWEG et VAN SHOOTEN, 1990) à partir de l'extrême nord fortement peuplé vers la zone du barrage où la densité de la population était de l'ordre de 1,2 habitant au kilomètre carré en 1967. De fait, à côté du programme officiel de peuplement, d'importants déplacements spontanés eurent lieu et se poursuivent encore aujourd'hui à partir de la région du lac Tchad et de Benue State au Nigeria, de sorte que cette plaine a vu son potentiel pathologique augmenter en raison de la diversité des populations provenant de toute la sous-région du barrage de Lagdo dans un rayon de 250 km environ (ROBERT, 1997).

TRANSFORMATIONS NOSOLOGIQUES

Deux niveaux de troubles nosologiques sont à déplorer, par suite des modifications de l'environnement induites par les grands barrages : la transformation des pathologies déjà présentes dans la zone d'aménagement et l'apparition de nouvelles maladies pendant ou après l'achèvement des travaux de construction du barrage.

Transformations des pathologies déjà présentes dans la zone du barrage

Les maladies déjà présentes dans la zone d'aménagement d'un grand barrage peuvent évoluer qualitativement en changeant de tableau clinique ou quantitativement sur le plan de l'incidence et de la prévalence.

Le tableau clinique du paludisme peut ainsi changer à cause de l'humidité permanente créée dans l'environnement d'un grand barrage en zone sahélienne,

transformant le paludisme à transmission saisonnière (à faible niveau d'immunité avec des aspects cliniques souvent graves ; CHARMOT et ROZE, 1978) en paludisme à transmission permanente (caractérisé par un niveau relativement élevé de l'immunité, avec des manifestations moins graves que précédemment).

Bien souvent, l'évolution des maladies se fait quantitativement en termes de prévalence. Dans la région de Bamendjin, au Cameroun, les prospections menées par ATANGANA *et al.* (1980) de façon comparative dans trois villages à moins de 3 km du périmètre du lac et dans trois autres villages qui en sont plus éloignés ont montré que les taux de prévalence du paludisme et de l'onchocercose diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du barrage, et cela quelle que soit la tranche d'âge (tabl. II et III).

Tableau II. Taux de prévalence du paludisme selon l'âge (en termes de gouttes épaisses positives en *Plasmodium falciparum*) en fonction de la distance des villages étudiés par rapport au lac de retenue du barrage de Bamendjin (Ouest-Cameroun).

Classe d'âge (ans)	Villages du périmètre du lac de Bamendjin (%)	Villages éloignés du lac de Bamendjin (%)		
		Koupara (14 km)	Baba I (21 km)	Mandankwa (28 km)
0-5	35,6	25	13	0
6-15	39,1	35	15	1,9
> 15	5,1	11,6	4,4	1,4

Tableau III. Taux de prévalence de l'onchocercose selon l'âge (diagnostiqué par le *snip test*) en fonction de la distance des villages par rapport au lac de retenue du barrage de Bamendjin (Ouest-Cameroun).

Classe d'âge (ans)	Villages du périmètre du lac de Bamendjin (%)	Villages éloignés du lac de Bamendjin (%)		
		Koupara (14 km)	Baba I (21 km)	Mandankwa (28 km)
0-5	4,8	0	0	0
6-15	25,7	1	0	0
> 15	44,6	50	3,3	2,7

Parallèlement, des enquêtes entomologiques et malacologiques ont révélé la prolifération d'une faune extrêmement variée et abondante, laissant planer la menace de flambées d'une douzaine de maladies vectorielles si les invertébrés hôtes intermédiaires potentiels venaient à être contaminés (tabl. IV).

Tableau IV. Principaux vecteurs et hôtes intermédiaires capturés dans le site du barrage de Bamendjin (Ouest-Cameroun).

Groupes	Vecteurs	Parasites	Pathologie
Mollusques (Gastéropodes)	<i>Bulinus truncatus</i>	<i>Schistosoma haematobium</i>	Bilharziose urinaire
	<i>Biomphalaria camerunensis</i>	<i>Schistosoma mansoni</i>	Bilharziose intestinale
	<i>Lymnaea natalensis</i>	<i>Fasciola gigantica</i>	Distomatose hépatique
Diptères (Culicidés)	<i>An. funestus</i>	Plasmodiums	Paludisme
		<i>Wuchereria bancrofti</i>	Filariose de Bancroft
	<i>An. gambiae</i>	Plasmodiums	Paludisme
	<i>Culex pipiens fatigans</i>	<i>Wuchereria bancrofti</i>	Filariose de Bancroft
	<i>Aedes aegypti</i>	Virus amaril	Fièvre jaune
	<i>Aedes africanus</i>	Virus amaril	Fièvre jaune
	<i>Mansonia n.sp.</i>	Arbovirose	
Diptères (Simulidés)	<i>Simulium damnosum</i>	<i>Onchocerca volvulus</i>	Onchocercose

Sur le site du barrage de Lagdo, au nord, trois enquêtes parasitologiques (SLOOWEG *et al.*, 1990), conduites avant la mise en eau en 1983 et après celle-ci en 1989 et 1990, ont montré une augmentation importante des taux d'infestation pour le paludisme et la bilharziose depuis la mise en eau du barrage (tabl. V)

Tableau V. Évolution des cas de paludisme et de la bilharziose dans le site de Lagdo, depuis la mise en eau du barrage en 1983.

Pathologie	Nombre de cas par année		
	1983	1989	1990
Paludisme	1 472	2 200	2 886
Bilharziose	140	295	347

Dans le cas précis de la bilharziose, il est à craindre que, une fois le seuil du taux de prévalence de 30 % atteint, la maladie ne puisse plus régresser sensiblement sous l'effet du seul traitement médical, comme l'indiquent les travaux de ROBERT (1997) dans la région de Lagdo (tabl. VI). Ce tableau révèle que la chimiothérapie au praziquantel n'a pas eu d'impact à long terme sur la prévalence de la bilharziose à *S. haematobium* dans deux villages, Maïdjamba et OuroTchaïdo, de la zone du barrage.

Tableau VI. Évolution de la prévalence de la bilharziose urinaire dans les villages de Maïdjamba et Ouro Tchaïdo entre 1986 et 1990 sous l'effet de traitements au praziquantel.

	Taux de prévalence (<i>S. haematobium</i>) (%)	PZQ	Statistiques	
			Test	P
Maïdjamba				
1986	34	41 950		
1986	18		1-2	0,02
			$\chi^2 = 5,6$	
1987 a	58	34 200		
1987 b	49	37 850	3-4	0,30
			$\chi^2 = 1,1$	
1987 (a + b)	53	72 050	2-5	< 0,0001
			$\chi^2 = 25$	
1988	52	ND		
1989	38	72 230	5-7	0,03
			$\chi^2 = 4,7$	
1990	29	16 000	7-8	0,29
			$\chi^2 = 1,1$	
Ouro Tchaïdo				
1986	42	54 220		
1990	49	42 900	1-2	0,30
			$\chi^2 = 1,1$	

PZQ : nombre de sujets traités avec du praziquantel pendant les enquêtes.

P : probabilité. ND : taille de l'échantillon non déterminée.

L'évolution des maladies et des nuisances autour du barrage peut parfois aussi se faire dans le sens d'une diminution. En général, le risque de trypanosomiase humaine africaine diminue à la suite des travaux d'aménagement hydraulique (FINELLE, 1980) car les glossines vectrices ne se reproduisent que sur un sol sec. CHAUVET et BARBAZAN (1981) ont montré que dans le périmètre du barrage de Lagdo les deux espèces de glossines, *Glossina tachinoides* (vecteur important de la trypanosomiase humaine africaine) et *Glossina submorsitans* (vecteur de la trypanosomiase bovine) connaîtront une régression au sein de leurs populations après la mise en eau du barrage. Celle-ci va en effet entraîner une réduction importante des gîtes de ponte et de chasse des glossines, même si elles se maintiendront dans tous les groupements végétaux en bordure des mayos ou des bas-fonds situés au-delà de la limite du lac. La régularisation du cours de la Bénoué en aval, qui favorise le développement d'une

bordure végétale plus large et plus dense, sera propice à la prolifération de ces deux espèces de glossines. Le problème de la maladie du sommeil dans cette région ne se pose pas actuellement (CARRIÉ et COCHET, 1981), mais les foyers du Logone et Chari et du Sud-Tchad sont en pleine activité et les habitants de ces régions sont particulièrement attirés par le projet de riziculture de Lagdo (ROBERT *et al.*, 1989).

Sur le site de Mapé, d'après la carte de répartition des glossines de MOUCHET et GARIOU (1966), deux glossines sont présentes dans la région, *Glossina fuscipes fuscipes* (vecteur de la trypanosomiase humaine africaine) et *Glossina fusca congolensis* (vecteur de trypanosomiasés animales). Au cours de l'enquête de CHAUVET et BARBAZAN (1981), *Glossina palpalis palpalis* a été récoltée. Dans le passé, quelques cas de la maladie du sommeil avaient été signalés dans la région (villages de Koula, Manda Mayap dépendant de Fouban).

Avec la création du barrage et la montée des eaux, il y aura une réduction très importante des sites de ponte et de chasse des glossines, mais il restera de nombreux îlots reliques. Par contre, lorsque les eaux auront atteint leur niveau supérieur, certains affluents qui n'offraient pas de gîtes permanents resteront en eau, augmentant localement l'aire disponible pour les glossines.

Comme dans les autres situations évoquées, le problème épidémiologique est lié à la présence accrue de l'homme et au développement de ses activités. Pendant la construction des barrages, il y a un afflux important de travailleurs qui peuvent être porteurs de trypanosomes s'ils viennent des régions voisines de Fontem ou de Bafia. Après la mise en eau, les rives des deux lacs vont devenir un pôle d'intérêt agricole, d'élevage et de pêche augmentant l'intensité du contact homme-mouche.

En définitive, une augmentation du nombre des cas de trypanosomiase humaine africaine est à craindre lorsqu'un projet de développement s'implante à proximité de forêts-galeries abritant des gîtes larvaires de glossines ou si des travailleurs migrants sont contaminés, comme ce fut le cas dans la plantation de canne à sucre de Mbandjock, dans la vallée de la Sanaga, au Cameroun (EOUZAN, 1980).

Enfin, les grands barrages sont généralement construits sur des sites de chutes ou de rapides favorables à *Simulium damnosum*, espèce rhéophile presque toujours présente dans les sites concernés. Lors de la mise en eau des

retenues, le fait que de vastes gîtes à simulies soient submergés et remplacés par des eaux quasi stagnantes réduit l'importance des populations de simulies et la transmission. De plus, le réservoir des grands barrages ne peut être considéré comme un support important aux formes préimaginales des simulies car le courant y est beaucoup trop fort et le débit trop rapide pour permettre l'installation des larves d'insectes.

Il n'en est pas de même en ce qui concerne les petits barrages, dont les déversoirs sont colonisés par *Simulium adersi*, *S. ruficorne* et *S. hargeavesi*. *S. damnosum* ne parvient à s'y installer que si les pluies sont suffisantes pour entretenir une crue provoquant un fonctionnement prolongé et continu du déversoir (ROCHE *et al.*, 1987). En revanche, à Mokolo-Douvar, le déversoir en forme de radier bétonné et le lit de la rivière en val tapissé de blocs de granite sont couverts en saison des pluies de formes préimaginales de simulies parmi lesquelles *S. damnosum* a été identifiée (PABOT DU CHATELARD *et al.*, 1978).

Apparition de nouvelles pathologies dans la zone de barrage

Pendant les travaux et après l'édification d'un grand barrage, les transformations des écosystèmes liées au barrage proprement dit (c'est-à-dire le lac de retenue, la digue et le déversoir) et par l'afflux des populations favorisent la création de nouveaux gîtes larvaires et la contamination des vecteurs aquatiques par les germes qui proviennent à la fois des populations locales et des groupes migratoires.

Le lac de retenue instaure des conditions écologiques favorables au développement des gîtes larvaires au voisinage des rives peu profondes, où la végétation protège les larves des vagues, du vent et des prédateurs. Aussi la pérennité des moustiques est-elle assurée d'une saison à l'autre, de sorte que la période de transmission du paludisme se trouve prolongée. Toutefois, BIRLEY (1993) pense que les moustiques comme *An. gambiae* dont les larves s'adaptent mieux dans de petites collections d'eau peuvent subir un impact négatif pendant la mise en eau du barrage.

Au niveau de la digue, les cascades créent souvent des gîtes de *Simulium damnosum*, notamment sur les déversoirs profilés en marche d'escalier comme celui du barrage de Djingliya dans les monts Mandara (RIPERT *et al.*, 1979). Lorsque le débit dans le lit de la rivière en aval est rapide, les larves et les nymphes des simulies se fixent à même le sol. Si, au contraire, le débit est

lent avec des biefs formant des flaques ou des mares pérennes, il s'y développe des gîtes à mollusques et à cyclopidés, respectivement hôtes intermédiaires de la bilharziose et du ver de Guinée.

Dans le cas particulier des arboviroses dont les virus plus ou moins pathogènes pour l'homme ont été retrouvés sur l'ensemble du territoire, CHAUVET et BARBAZAN (1981) en ont analysé les risques dans les sites des barrages de Lagdo et de Mapé. Dans les deux cas, connaissant les limites des lacs de retenue, les prospections ont concerné les villages proches de ces limites, les villages proches de l'actuel réseau hydrographique et les villages en aval immédiat du barrage qui ne seront pas déplacés, mais vers lesquels il y aura un afflux de travailleurs. À l'issue de ces enquêtes, des analyses prospectives ont été présentées, bien que la situation épidémiologique préliminaire sur le site soit mal connue (CARRIÉ et COCHET, 1981).

Sur le site du barrage de Lagdo, trois espèces d'anophèles ont été récoltées : *Anopheles gambiae*, *An. funestus*, *An. nili*. L'enquête souligne que la baisse du niveau de la retenue consécutive à l'alimentation des turbines du barrage créera des collections d'eau multiples favorables à la reproduction des vecteurs, en particulier pendant la saison sèche, saison peu favorable habituellement à leur reproduction. Une transmission potentiellement saisonnière deviendra permanente, créant une situation épidémiologique nouvelle. Par ailleurs, trois espèces de *Aedes*, *Aedes aegypti*, *A. luteophaeus* et *A. vittatus*, ont été récoltées dans les jarres de stockage de l'eau à l'extérieur des maisons, dans des débris de poterie servant d'abreuvoir à la volaille, et à l'intérieur des habitations dans des poteries servant à des macérations médicinales. Concernant ce type de gîtes domestiques et péri-domestiques, RICKENBACH et BUTON (1977) avaient déterminé des indices de Breteau atteignant la valeur de 50 ! Cependant, la mise en eau du barrage n'aura probablement pas de retentissement direct sur ces vecteurs confirmés de fièvre jaune ou de dengue. Il y aura peut-être une action indirecte dans la mesure où il est prévu la constitution de points d'eau potable par captage d'eau souterraine, avec un forage pour 100 à 150 personnes. Mais les auteurs estiment que la réduction du nombre de récipients de stockage risque d'être limitée, compte tenu des traditions, du sens pratique, des habitudes et d'éventuelles pannes dans le système d'approvisionnement en eau.

Sur le site du barrage de Mapé, les techniques de prospection ont été les mêmes qu'à Lagdo, sauf que le risque de fièvre jaune n'a pas été pris en compte.

Deux espèces d'anophèles ont été capturées, *An. gambiae* et *An. nili*. Le développement accru d'une végétation aquatique de bordure est favorable à *An. nili*, tandis que *An. gambiae* sera favorisé par une activité humaine plus intense contribuant à multiplier les gîtes artificiels : ornières de piste, travaux de terrassement. Comme à Lagdo, une augmentation des gîtes naturels en bordure de rive en relation avec les fluctuations du niveau de l'eau peut être prévue.

En ce qui concerne les *Aedes*, le risque de fièvre jaune n'a pas été pris en compte au cours de cette enquête ; mais on peut légitimement penser que les gîtes à *A. aegypti* se multiplieront, en relation avec l'activité humaine qui se concentrera autour du barrage.

DIRECTIVES POUR LES NORMES DE CONSTRUCTION DES BARRAGES

L'analyse des facteurs favorisant le paludisme et les maladies vectorielles, en relation avec les barrages, a conduit plusieurs auteurs (RIPERT *et al.*, 1979 ; ATANGANA *et al.*, 1978 ; SAMÉ-EKOBO *et al.*, 1991) à proposer des mesures de prévention pour éviter l'éclosion de maladies dans le site des barrages. Nous reprenons ici les normes décrites par RIPERT et SAMÉ-EKOBO (1979) et complétées par ATANGANA *et al.* (1980).

Normes techniques

Lac de retenue

Le lac de retenue d'un barrage doit présenter des berges rocheuses non évasées avec des pentes nettes et escarpées, et dépourvues de végétation aquatique favorable aux moustiques et aux mollusques gastéropodes. Les abords du lac de retenue comme ses annexes doivent être protégés et interdits d'accès aux humains et aux animaux en divagation afin d'éviter la pollution fécalo-urinaire et toute autre forme de souillure de l'eau.

Déversoir

Le déversoir doit être construit de façon telle que ne se produise aucun écoulement permanent susceptible de constituer des gîtes pour les larves et les nymphes de simuliées vectrices de l'onchocercose. Les déversoirs profilés à parois verticales répondent mieux à cet impératif que les déversoirs en marche d'escalier, comme celui de Djingiya dans les monts Mandara, bien étudié dans la région de Koza (STEVENY *et al.*, 1981) et particulièrement favorable aux formes préimaginales de *Simulium damnosum* (QUÉNNELEC *et al.*, 1968).

Lit de la rivière en aval

Souvent négligé par les entrepreneurs, le lit de la rivière à l'aval du barrage doit être traité comme une composante de l'ouvrage, c'est-à-dire maintenu aussi net et rectiligne que possible, dépourvu de biefs formant des flaques et des mares. Les vallées en aval peuvent être éventuellement aménagées en jardins irrigués ou en zone de cultures vivrières et strictement contrôlées pour éviter le développement de gîtes à mollusques et de réservoirs de copépodes (hôtes intermédiaires respectifs des trématodes et du ver de Guinée) ou de biotopes favorables aux moustiques.

Normes sociales

Il s'agit avant tout de l'éducation sanitaire des populations et des normes concernant d'une part le déplacement des populations et d'autre part le danger pour les populations appelées à vivre à l'aval du barrage.

Éducation pour la santé

Elle vise à éviter la pollution des eaux du lac en insistant sur la nécessité d'installations sanitaires adéquates pour les travailleurs, leurs familles et les populations environnantes. L'accent est à mettre non seulement sur la construction de sanitaires modernes et de latrines, mais aussi sur l'utilisation effective de celles-ci. La population locale sera également informée afin d'éviter la divagation des animaux au voisinage du réservoir et qu'elle connaisse les modalités de transmission des parasitoses liées à l'eau. À l'extrême nord, le rôle prophylactique des puits à margelle vis-à-vis du ver de Guinée doit être abordé dans les localités où les populations sont exposées.

Pacte gouvernemental

Il s'agit d'un engagement du gouvernement permettant aux services de santé de jouer effectivement leur rôle. Ce pacte doit inclure les visas des ministères de la Santé et de l'Environnement, indiquant que le projet de construction du barrage prévoit le respect des normes techniques et sociales définies pour l'ouvrage. Le rôle de ces deux ministères devra s'exercer pleinement aussi bien avant, pendant qu'après les travaux.

Avant la construction, les enquêtes entomologiques, malacologiques, épidémiologiques et cliniques doivent être faites de manière systématique dans le périmètre qui sera affecté par les modifications hydrologiques et son hinterland.

Pendant la construction, la surveillance épidémiologique des vecteurs sera poursuivie, avec éventuellement la mise en place d'un traitement larvicide et molluscicide pour protéger les travailleurs du chantier.

Après la construction, on procédera à un contrôle périodique des différentes parties de l'ouvrage, avec la mise en place d'un programme prophylactique efficace.

Déplacement des populations

Le déplacement et la réinstallation des populations sur les terrains qui devront être immergés à la suite de la construction d'un grand barrage doivent être étudiés avec le plus grand soin. En 1976, plusieurs dizaines de familles ont été victimes d'inondations dans la plaine de Ndop à la suite de la construction d'un barrage pour l'irrigation (ATANGANA *et al.*, 1980). Au Ghana, en 1978, le relogement de 90 000 personnes, commencé deux ans avant la mise en service du barrage d'Akosombo, n'a pas été résolu de manière satisfaisante, puisque 40 % des agriculteurs auxquels le gouvernement avait donné de nouvelles terres les ont abandonnées (KASSAPU, 1978).

Il est donc capital que l'élaboration des projets de grands barrages s'accompagne d'une bonne stratégie pour le déplacement des personnes.

MESURES PRÉVENTIVES ET MALADIES VECTORIELLES LIÉES À L'EAU

Les données rassemblées dans la présente étude montrent qu'au Cameroun la construction des barrages est nécessaire pour l'économie à la fois sur le plan de la production énergétique et du développement de l'agriculture. Ces données traduisent cependant une ambivalence entre la portée des conséquences épidémiologiques néfastes liées à l'environnement créé par ces ouvrages et l'élévation du niveau de vie grâce à l'acquisition de l'autosuffisance alimentaire et à l'augmentation des ressources qui en résulte. À ce titre se pose le problème de définir les mesures de prévention et de lutte permettant de réduire de façon significative les risques de maladies et de nuisances. Dans ce contexte, deux ordres de faits majeurs peuvent être dégagés, ceux relatifs aux maladies liées à l'eau et ceux ayant trait aux mesures préventives et de lutte.

LES MALADIES LIÉES À L'EAU

Dans les zones de barrage, cinq principales maladies vectorielles liées à l'eau (le paludisme, la bilharziose, la filariose de Bancroft, l'onchocercose et la dracunculose) peuvent être observées. Il s'agit, à l'exception du ver de Guinée, des quatre maladies liées à l'eau considérées comme étant les plus importantes, sur la trentaine qui existent, par la Banque mondiale (TIFFEN, 1993). Cette dernière considère que :

- ces maladies sont souvent mortelles ou responsables d'infirmités graves ;
- qu'elles affectent une grande partie de la population dans les zones à risque ;
- qu'elles sont particulièrement difficiles à contrôler lorsqu'elles franchissent un seuil critique du point de vue géographique ou endémique ;
- qu'elles peuvent être à l'origine d'un mauvais état de santé à plus ou moins long terme.

Paludisme

Les enquêtes paludométriques effectuées dans les différentes zones climatiques (carte 4) du pays (RIPERT *et al.*, 1991 ; FONDOJO *et al.*, 1992 ; CARNEVALE *et al.*, 1993 ; SAMÉ-EKOBO, 1997) montrent que les indices paludométriques ne sont pas particulièrement élevés au voisinage des aménagements hydrauliques (barrages hydroélectriques et barrages mixtes) car *An. gambiae*, principal vecteur du paludisme au Cameroun, a pour gîtes larvaires de petites collections d'eaux claires et bien ensoleillées, et non les grandes collections d'eau des barrages et des systèmes d'irrigation. Le second vecteur du paludisme est, par ordre d'importance, *An. funestus* dont les formes préimaginales colonisent volontiers les lacs de retenue aux eaux claires et riches en végétation aquatique verticale. Cela est particulièrement visible dans la région du barrage de Bamendjin, à l'ouest du Cameroun, où la prévalence du paludisme est du même ordre de grandeur que dans les autres régions rurales du pays, à l'exception des villages tout proches de la retenue. Celle-ci, en noyant une vaste superficie de la cuvette, semble avoir éliminé un grand nombre de gîtes favorables au développement de *An. gambiae*, à la faveur de *An. funestus* rencontré dans les stations en contact direct avec le lac lors des prospections entomologiques. Il semble donc bien que le lac, dont les eaux sont pourvues d'une abondante végétation aquatique verticale, représente un habitat favorable à *An. funestus*.

Les problèmes posés par le déversoir et par le lit de la rivière en aval du barrage se sont révélés plus importants du point de vue sanitaire que ceux résultant de la retenue. En effet, le développement d'une abondante végétation aquatique verticale en amont des barrages entrave le développement de *An. gambiae* et augmente celui de *An. funestus*. Mais les variations importantes du niveau des retenues consécutives au fonctionnement des vannes ne permettent qu'un développement limité de la végétation aquatique, de sorte que la présence du barrage ne peut guère augmenter de façon significative les effets du paludisme (RIPERT *et al.*, 1991 a). Ceux-ci semblent par ailleurs être compensés par un accroissement des ressources garantissant une meilleure prise en charge du paludisme au sein des communautés (AUDIBERT, 1982).

Autres maladies vectorielles

Bilharziose

Les trois formes de la bilharziose humaine africaine, dues à *S. haematobium*, *S. mansoni* et *S. intercalatum*, sont présentes au Cameroun (carte 5), en milieu rural ou urbain et surtout dans le voisinage des aménagements hydrauliques. *S. intercalatum*, inféodé aux régions où l'exploitation forestière est intense (Édéa et Éséka), est limité à quelques foyers, éloignés des travaux hydroagricoles, où elle régresse au profit de *S. haematobium* du fait de la déforestation qui favorise la prolifération de *Bulinus rohlfsi* (hôte intermédiaire de *S. haematobium*) aux dépens de *B. forskali* (hôte intermédiaire de *S. intercalatum*). La distribution géographique et l'écologie des mollusques dulçaquicoles du Cameroun ont fait l'objet d'une étude portant sur l'ensemble du réseau hydrographique national (SAMÉ-EKOBO, 1984).

Les grands barrages (Édéa, Songloulou, Bamendjin, Mapé et Mbakaou) donnent naissance à des plans d'eau qui ne sont généralement pas très favorables au développement des mollusques hôtes intermédiaires des maladies en raison des variations souvent très importantes du niveau d'eau. *Bulinus truncatus* a néanmoins été récolté au pied du barrage de Bamendjin (ATANGANA *et al.*, 1979). Par ailleurs, ROBERT (1997) a récolté *Bulinus truncatus* et *B. globosus* sur les rives du barrage de Lagdo et a relevé des cas de la maladie à des taux de prévalence de 26 % pour *S. haematobium* et 8,5 % pour *S. mansoni*. Il s'agit d'une pathologie essentiellement urinaire et importée de l'extrême nord, avec le risque de s'implanter dans le réseau hydrographique périphérique, tributaire de la retenue. Par conséquent, seule la bilharziose urinaire semble être associée aux grands programmes hydrauliques.

Dans l'environnement des petits barrages, à l'instar de ceux des monts Mandara à l'extrême nord, les formes intestinale et urinaire de la bilharziose coexistent et sévissent à des niveaux comparables, autour de 30 %.

Onchocercose

L'onchocercose sévit sous ses différentes formes sur tout le territoire camerounais (carte 6). Six grands barrages ont été construits dans les vallées des rivières à courant rapide dont deux sur la Sanaga (barrages d'Édéa et de Songloulou), trois sur ses affluents (Bamendjin sur le Noun, Mapé sur le Mbam, Mbakaou sur le Djérem), un sur la Bénoué (barrage de Lagdo) et un sur la Mapé. Les simulies y pullulent tout au long de l'année (RIPERT *et al.*, 1979 ; TRAORÉ-LAMIZANA et LEMASSON, 1987), dont *S. damnosum s.l.*, vecteur de l'onchocercose dans le pays. Dans la région d'Édéa, autour du site du barrage, la population riveraine souffre de nuisances résultant des piqûres de *Simulium squamosum* mais pas d'onchocercose. À Songloulou, situé à une cinquantaine de kilomètres en amont du barrage d'Édéa, la nuisance due à *S. squamosum* peut atteindre 1 000 piqûres par homme et par jour (LOCHOUARN *et al.*, 1987) ; les registres du centre de santé local font état d'une fréquence d'onchocercose élevée et croissante d'une année à l'autre dans le village. Malheureusement, aucune enquête épidémiologique approfondie concernant les filarioses n'y a été effectuée malgré une augmentation importante de la population depuis la création du barrage.

À l'ouest, en remontant la vallée du Noun à partir du vaste foyer d'onchocercose de forêt du bassin de la Sanaga, l'endémie atteint la zone des rapides du barrage de Bamendjin, avec un taux de prévalence de 18,8 %. Vers le nord-est, s'étend la plaine Tikar qui draine une partie du lac de retenue après le confluent de deux rivières, la Mapé et le Nkwi. Ici, le taux d'infestation onchocerquienne est faible, de l'ordre de 2,6 %, dans six villages proches du site du barrage de la Mapé (COCHET et CARRIÉ, 1982).

Au nord, les deux grands barrages présentent des profils épidémiologiques assez opposés. Le barrage de Mbakaou se trouve dans un site peu peuplé et assez éloigné des villages. Sur la rive gauche se regroupent environ 60 familles dont certaines sont parties à Mapé lorsque le lac de retenue a été vidé, en 1987. Il n'y a ni nuisance simulidienne, ni onchocercose. À Lagdo, la région initialement peu peuplée a reçu plusieurs flux migratoires, faisant du site une région « cosmopolite », principalement le village de Gounougou où le taux de prévalence onchocerquienne s'élève à 13,4 % (ANDERSON *et al.*, 1974).

En ce qui concerne les petits barrages, dont la plupart se situent dans les monts Mandara, les simulies ont été capturées en grand nombre sur le déversoir du barrage de Djinglya, non loin de Koza. Dans la plaine de cette localité, les prévalences onchocerquiennes atteignent 23,3 % (STEVENY *et al.*, 1981).

Pour les cinq autres barrages, l'endémie onchocerquienne est moins intense, avec une prévalence de 12,1 % (MARCEAU *et al.*, 1986 ; PABOT DU CHATELARD, 1978).

Filariose de Bancroft

Les foyers les plus importants de la bancroftose au Cameroun se situent de part et d'autre de la cuvette du Diamaré à l'extrême nord ; l'affection est transmise par *An. gambiae* et *An. funestus* et sévit surtout en plaine, à une cinquantaine de kilomètres du périmètre rizicole de Yagoua (RIPERT *et al.*, 1982), avec une prédominance masculine (22,1 % chez les hommes contre 9,8 % chez les femmes) à Doukoula. En montagne, deux barrages (Baldama et Oumbéda) sont implantés dans le foyer de Tala Mokolo ; le taux de prévalence dans ce foyer est nettement plus faible qu'en plaine, inférieur à 1 % (MARCEAU *et al.*, 1986). D'une façon générale, cette filariose ne semble pas être influencée par les travaux d'aménagement car le système d'irrigation des rizières est assez éloigné du foyer de Doukoula ; par ailleurs, les retenues des barrages de montagne n'offrent pas de biotope favorable à *An. gambiae*, principal vecteur de la bancroftose dans la région.

Ver de Guinée

Le foyer le plus important de cette filariose en voie d'éradication était le célèbre site touristique d'Oudjila et le canton environnant. À Oudjila, le taux d'infestation atteignait 26,6 %. Elle sévissait aussi à Rey Bouba, autre site touristique du pays, et à Pitoa dans la Bénoué. Dans tous ces foyers considérés désormais comme éteints (SAMÉ-ÉKOBO, 1997), aucun ouvrage de mise en valeur de l'eau n'a été construit. Toutefois, la présence des cyclopidés dans les biefs à proximité des retenues de petits barrages des monts Mandara doit faire craindre le réveil de la maladie si les mesures préventives ne sont pas prises.

LES MESURES PRÉVENTIVES ET DE LUTTE

Les mesures préventives et de lutte contre les maladies vectorielles devraient être obligatoirement intégrées dans les travaux de construction des barrages.

Les mesures proposées dans la littérature sont classées en deux catégories par leurs auteurs : d'une part, les normes ou directives d'ordre technique en rapport avec les caractéristiques physiques de l'ouvrage ; d'autre part, les recommandations d'ordre social mettant l'accent sur l'éducation sanitaire et les déplacements des populations.

Malgré leur pertinence et leur crédibilité² auprès des institutions nationales qui, désormais prescrivent les études d'impact sanitaire des projets de développement, ces mesures doivent être abordées et rédigées dans l'esprit des institutions de Bretton Woods. En effet, aucun grand projet d'aménagement ne peut se passer du concours de ces institutions et de la Banque mondiale en particulier, en leur qualité de principaux bailleurs de fonds dans les pays en développement. Dans ce contexte, leur point de vue doit être pris en considération pour tout projet d'aménagement de grande envergure.

Pour la Banque mondiale, les mesures préventives doivent être introduites dès le stade de la conception du projet et prescrites à tous les « maillons » du cycle de développement du projet (fig. 2). Cela s'impose dans un cadre de collaboration intersectorielle où tous les aspects du projet sont examinés avant, pendant et même après la construction du barrage.

Selon l'OMS (TIFFEN, 1993), les principales mesures de prévention des maladies vectorielles doivent être élaborées à chaque phase du cycle de développement du projet, à savoir la phase de planification, la phase de conception, la phase de construction et la phase opérationnelle.

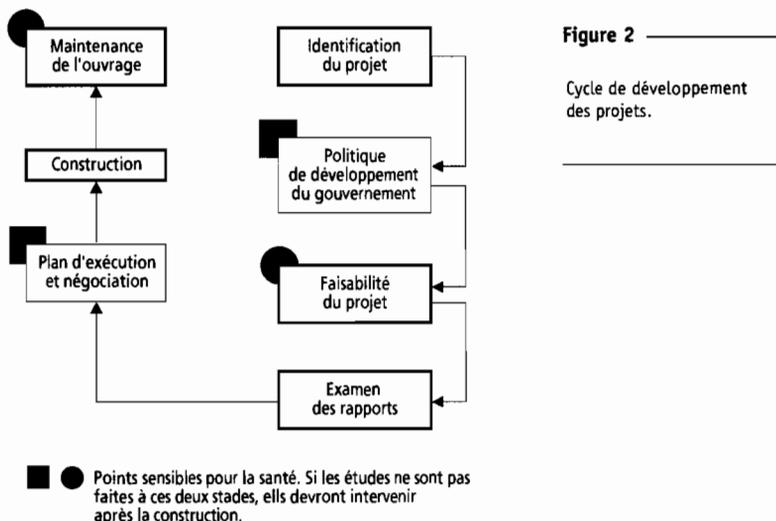
Phase de planification

Elle comporte trois étapes concernant respectivement l'examen des informations sanitaires et environnementales existantes sur le site de l'ouvrage, les études de vérification des informations existantes et le comblement des lacunes identifiées, enfin les prises de décision pour prévenir et combattre les maladies.

Phase de conception

Plus complexe, elle fait appel d'une part à la définition des critères de risque et de gestion de l'environnement, d'autre part à la conception détaillée

² Depuis la première publication par ATANGANA *et al.* (1980) des mesures préventives des maladies dans les sites des barrages, la Sonel, premier constructeur national des grands barrages, associe de manière systématique les experts dans les études de faisabilité de ces ouvrages pour en établir l'impact sanitaire.



des travaux et des variantes possibles du projet, y compris les activités de maintenance, et des mesures de protection de l'ouvrage.

Phase de construction

La protection des travailleurs par des dispositifs particuliers et la surveillance épidémiologique sont les volets essentiels de cette phase qui prend également en charge le dépistage et le traitement des nouveaux cas, mais aussi la protection de l'environnement et de la population locale à travers la participation communautaire. Celle-ci se fonde sur l'IEC (information, éducation, communication) du public en matière de santé et de développement.

Phase opérationnelle

C'est la phase d'allocation des fonds, d'affectation du personnel et de mise en œuvre du programme de lutte contre les maladies et du traitement des personnes atteintes. Un accent particulier est mis sur le suivi de la dynamique des populations de vecteurs, sur la maintenance des infrastructures et sur le contrôle des vecteurs par la combinaison des méthodes chimiques, biologiques et physiques.

Cette phase est également celle de la supervision et de l'évaluation avec l'élaboration de rapports périodiques.

CONCLUSION

Les données rassemblées concernant les incidences des grands barrages sur la santé des populations au Cameroun montrent que la question n'est pas tant de trouver la solution, à savoir intégrer la prévision des problèmes sanitaires dans les projets de construction, que de trouver les moyens de leur mise en œuvre.

En effet, dans l'ensemble des études recensées, le risque attribuable aux grands travaux de développement est clairement perçu et des solutions ont été proposées. Les prospections hydrobiologiques et les études de morbidité montrent que les aménagements hydrauliques en général et les barrages en particulier ne provoquent pas un développement important du paludisme et des autres maladies vectorielles dans l'environnement des ouvrages et de leurs retenues. Les formes préimaginales des insectes vecteurs et les mollusques hôtes intermédiaires des trématodes ne trouvent pas dans ces collections d'eau des conditions écologiques particulièrement favorables à leur pullulation. Il s'agit en effet de collections au niveau variable, aux berges escarpées et rocheuses pour la plupart ; en montagne, les petits barrages retiennent l'eau dans des dépressions anciennement boisées, noyant la végétation submergée en voie de décomposition qui surcharge le milieu en acide humique impropre à la croissance des mollusques. De plus, les déversoirs sont profilés de manière à éviter sur le coursier l'installation des larves et des nymphes des simulies, vecteurs de l'onchocercose.

Par ailleurs, les transformations économiques et sociales associées à l'édification des barrages sont globalement positives et témoignent que ces ouvrages ne sont pas néfastes pour la santé des populations dès lors qu'au Cameroun leur construction comporte un volet sanitaire évaluant leur impact sur la santé des populations.

Bien que, dans les autres pays africains, les conséquences de ces ouvrages s'étendent aussi à la filariose de Bancroft, les incertitudes relatives au risque de développement de cette filariose en lien avec les aménagements hydrauliques

au Cameroun sont de deux ordres : il s'agit d'abord d'une maladie très localisée dans la région de Doukoula (RIPERT *et al.*, 1982) ; ensuite il n'existe pas dans cette zone sahélienne du pays de réseau hydrographique compatible avec la construction d'un grand barrage ou le développement des cultures irriguées.

Enfin, le niveau de référence actuel de la réglementation du Cameroun en matière de prévision des risques liés à la construction des barrages mérite d'être connu et diffusé.

[Références bibliographiques]

- ATANGANA S., CHARLOIS M., FOUMBI J., RIPERT C., SAMÉ-EKOB0. A., 1980. Incidence des barrages sur la santé publique au Cameroun. *Afr. Méd.*, 19 (178) : 141-149.
- ANDERSON J., FUGLSANG H., HAMILTON P.J., MARSHALL T.F., 1974. Studies on onchocerciasis in the United Republic of Cameroon. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 68 : 190-222.
- AUDIBERT M., 1982. « La prévalence de la schistosomiase à *S. haematobium* dans le Mayo Danaï (Nord-Cameroun) ». In : *Rapport de la XIV^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac : 419-429.
- BETTERTON C., 1988. Schistosomiasis in Kano State, Nigeria. I. Human infection near dam site and the distribution and habitat preferences of potential snail intermediate hosts. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 82 : 561-570.
- BIRLEY M.H., 1989. *Guidelines for forecasting the vector-borne disease implications of water resource development projects*. Genève, OMS, doc. VBC/89.6 (non publié).
- BIRLEY M.H., 1993. *Lignes directives permettant de prévoir les conséquences sanitaires des projets de développement des ressources en eau notamment les maladies transmises par les vecteurs*. Genève, OMS, doc. WHO/CWS/91.3.
- BLANCHETEAU C., PICOT M., 1983. Le Projet rizicole dans la plaine des Mbos (Cameroun). Modification éventuelle de l'état sanitaire. *Méd. Trop.*, 43 (2) : 171-176.
- BOS R., 1990. Water resources development policies, environmental management and human health. *Parasitology Today*, 6 (6) : 173-174.
- BRADLEY D.J., NARAYAN R., 1987. « Epidemiological patterns associated with agricultural activities in the tropics with special references to vector-borne diseases ». In : *Effects of agricultural development on vector-borne diseases*, proceedings of the 7th meeting WHO/FAO/UNEP/PEEM (7-12 September 1987). Rome, FAO, doc. AGL/MISC/12/87.
- BRENGUES J., EOZAN J.P., FERRARA L., JOSEPH A., LEFRANCOIS P., 1974. *Prospection ento-*

- mologique sur les vecteurs de maladies tropicales et quelques aspects nutritionnels dans la plaine des Mbos (Cameroun). Orstom, n° 8-74/Ent., 33 p., doc. ronéo.*
- CARNEVALE P., ROBERT V., LE GOFF G., FONDJO E., MANGA L., AKOGBETO M., CHIPPAUX J.P., MOUCHET J., 1993. Données entomologiques sur le paludisme urbain en Afrique tropicale. *Cahiers Santé*, 3 (4) : 239-245.
- CARRIÉ J., COCHET M., 1981. *Rapport de mission effectuée par les services techniques de l'Oceac dans la région du site du barrage de Lagdo. Yaoundé, Oceac, doc. n° 0528/Oceac/ST.*
- CHAUVET G., BARBAZAN P., 1981. *Étude prospective sur les conséquences de la création du barrage de Lagdo sur les populations d'insectes vecteurs d'endémies humaines. Centre Pasteur du Cameroun/Orstom, doc. n° 11/81/Ent. Méd., 23 p.*
- CHARMOT G., ROZE J.M., 1978. Paludisme de forêt et de savane dans l'Afrique de l'Ouest. *Bull. Soc. Géogr.*, 83 : 75-80.
- COCHET P., CARRIÉ J., 1982. *Rapport d'enquête sanitaire polyparasitaire effectuée dans la région du futur barrage réservoir de la Mapé. Yaoundé, Oceac, 10 p.*
- COOSEMANS M., MOUCHET J., 1990. Consequences of rural development on vectors and their control. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 70 : 5-23.
- DESCHIENS R., 1970. Les lacs de retenue des grands barrages dans les régions chaudes et tropicales : leur incidence sur les endémies parasitaires. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 63 : 35-61.
- DOUMENGE J.P. et al., 1987. *CEGET/WHO atlas of the global distribution of schistosomiasis*. Bordeaux, Presses universitaires de Bordeaux.
- EOUZAN J.P., 1980. Déplacements de populations et trypanosomiasis humaines en Afrique Centrale. *Insect Sci. Appl.*, 1 : 99-103.
- FINELLE P., 1980. Répercussion des programmes d'aménagement hydraulique et rural sur l'épidémiologie et l'épizootie des trypanosomiasis. *Insect Sci. Appl.*, 1 : 95-98.
- FINKELMAN J., ARATA A.A., 1987. « Vector-borne diseases associated with development projects ». In : *Selected working papers for third, fourth, fifth and sixth PEEM Meeting*. Genève, WHO, secrétariat du TEAE.
- GARTOU J., GAMET A., LANDON A., 1961. De l'incidence de la création de plans d'eau artificiels sur l'apparition d'un foyer de schistosomiase intestinale à Yaoundé. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 54 : 1053-1058.
- FONDJO E., ROBERT V., LE GOFF G., TOTO J.C., CARNEVALE P., 1992. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 2. Étude entomologique dans deux quartiers peu urbanisés. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 85 (1) : 57-63.
- GIODA A., 1992. Les mêmes causes ne produisent pas les mêmes effets. Travaux hydrauliques, santé et développement. *Synthèse Sécheresse*, 3 : 227-234.
- HAUMONT G., GUY M., VILLARD H., LUCCHESI F., CABANNES A., TRIBOULET-DURET J., SAMÉ-ÉKOBO A., RIPERT C.C., 1992. Maladies parasitaires des riverains et construction d'un barrage sur la rivière Kadei au Cameroun. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 131 : 43-55.
- HUNTER J.M., REY L., CHU K.Y., ADEKOLU-JOHN E.O., MOTT K.E., 1993. *Parasitic*

- diseases in water resources development. The need for intersectorial negotiation.* Genève, WHO, 152 p.
- HUNTER J.M., REY L., CHU K.Y., ADEKOLU E.O., MOTT K.E., 1994. *Parasitoses et mise en valeur des ressources hydriques. Un impératif: la négociation intersectorielle.* Genève, OMS.
- KASSAPU S.N., 1978. Les conséquences sur la santé publique de l'aménagement des cours d'eau. *Horus*, 6.
- LOCHOUARN L., ESCAFFRE E., HOUGARD J.M., KENFACK F.X., 1987. *Lutte contre les simulies sur le cours inférieur de la Sanaga (Cameroun), au niveau du barrage de Songloulou.* Yaoundé, Orstom/Centre Pasteur, 7, 10 p.
- MARCEAU C., COUPRIÉ B., COMBE A., SAMÉ-EKOBO A., TRIBOULEY J., PUEL V., PIQUEMAL A., RIPERT C., 1986. Épidémiologie des filarioses (onchocercose et bancroftose) dans la région de Tala Mokolo (Monts Mandara, Nord-Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 79 : 755-765.
- MOUCHET J., GARIOU J., 1966. Notice de la carte de répartition des glossines au Cameroun Oriental. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd., Parasitol.*, 4 (6) : 83-85.
- OMS, 1987. *Action intersectorielle en faveur de la santé. Le rôle de la coopération intersectorielle dans les stratégies nationales de la santé pour tous.* Genève, OMS.
- OMS, 1992. *Notre planète, notre santé. Rapport de la Commission Santé et Environnement de l'OMS.* Genève, OMS.
- PABOT DU CHATELARD P., STEVENY J., AURENCES C., 1978. « Enquête sur l'onchocercose dans le Margui-Wandala (Nord-Cameroun) ». In : *Rapport final de la Conférence technique de l'Oceac.* Yaoundé, Oceac, 12 : 246-262.
- PETR T., 1978. Tropical man-made lakes : Their ecological impact. *Arch. Hydrobiol.*, 81 (3) : 368-385.
- PHILIPPON B., MOUCHET J., 1976. *Répercussion des aménagements hydrauliques à usage agricole sur l'épidémiologie des maladies à vecteurs en Afrique intertropicale.* Paris, Cahiers du CENECA, coll. Intern., doc. 3.12.13, 14 p.
- QUÉLENNEC G., SIMONKOVITCH E., OVAZZA M., 1968. Recherche d'un type de déversoir de barrage défavorable à l'implantation de *Simulium damnosum* (Diptera, Simuliidae). *Bull. OMS*, 38 : 943-956.
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1977. Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 15 (1) : 93-103.
- RIPERT C., SAMÉ-EKOBO A., PALMER D., ENYONG P., 1979. Évaluation des répercussions sur les endémies parasitaires (malaria, schistosomiase, onchocercose, dracunculose) de la construction de 57 barrages dans les Monts Mandara (Nord-Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 72 : 324-339.
- RIPERT C., SAMÉ-EKOBO A., ROCHE B., COUPRIÉ B., 1987. *Les foyers de dracunculose des Monts Mandara. Distribution géographique, physionomie des sites de transmission et techniques d'éradication.* Yaoundé, Institut de recherches médicales et d'études des plantes médicinales, Cahiers de l'IMPMP, 4-5.
- RIPERT C., SAMÉ-EKOBO A., TRIBOULEY J., BECKER M., SOLLE J., KOUINCHE A., HAUMONT M., RACCURT C., 1991 a. Étude épidémiologique du paludisme dans la région du futur lac de retenue de Bini

- (Adamaoua), Cameroun. *Bull. Liais. Doc. Océac*, 97 : 40-44.
- RIPERT C., SAMÉ-EKOBO A., TRIBOULEY J., BECKER M., SOLLE J., KOUINCHE A., HAUMONT M., RACCURT C., 1991 b. Étude épidémiologique de la bilharziose intestinale et de la nécatorose dans la région du futur lac de retenue de Bini (Adamaoua), Cameroun. *Bull. Liais. Doc. Océac*, 97 : 62-66.
- ROBERT C.F., BOUVIER S., ROUGEMANT A., 1989. Epidemiology, anthropology and health education. *World Health Forum*, 10 (3-4).
- ROBERT C.F., 1997. *Les schistosomoses dans les populations riveraines du lac de Lagdo au Cameroun : importance pour la santé publique*. Thèse Médecine, n° 9858, Genève.
- ROCHE B., RIPERT C., HAMIDOU ISSOUFA, SAMÉ-EKOBO A., 1987. Bilan de cinq années de prospections sur les principales affections parasitaires des Monts Mandara (Nord-Cameroun) en rapport avec la construction des barrages et l'aménagement des puits. *Ann. Univ. Sci. Santé (Yaoundé)*, 4 (2) : 424-433.
- SAMÉ-EKOBO A., 1984. *Faune malacologique du Cameroun. Description des espèces et foyers des trématodes humaines*. Thèse Sciences, univ. Rennes.
- SAMÉ-EKOBO A., 1997. *Santé, climat et environnement au Cameroun*. Yaoundé, Jutey Sciences, 329 p.
- SLOOTWEG R., VAN SCHOOTEN M.L.F., 1990. *Paludisme et irrigation : augmentation du paludisme à cause de l'introduction des cultures irriguées à Gounougou et estimation de la perte au niveau des ménages*. Garoua, Mission d'étude et d'aménagement de la vallée supérieure de la Bénoué, rapport du projet Pisciculture n° 36.
- STEVENY J., MALOSSE D., APPRIOU M., TRIBOULEY J., ENYONG P., SAMÉ-EKOBO A., RIPERT C., 1981. Étude épidémiologique de l'onchocercose chez les Matakams des Monts Mandara (Nord-Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 74 : 197-207.
- TAKOUGANG I., SAMÉ-EKOBO A., EBO'Ó EYENGA V., ENYONG P., 1994. Étude de la faune vectorielle sur le site du futur barrage de Meemvé'ele (Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 87 : 261-266.
- TIFFEN M., 1993. *Les lignes directrices pour l'incorporation de mesures de protection de la santé dans les projets d'irrigation par la coopération intersectorielle*. Genève, OMS, secrétariat du TEAE.
- WIJEYARATNE P.M., 1987. « Method of forecasting the vector-borne disease implication in the development of different types of water resources projects : vector aspects ». In : *Selected working papers for third, fourth, fifth and Sixth PEEM Meeting*. Genève, WHO, secrétariat du TEAE.

Glossines et trypanosomiase humaine africaine, arbovirus

GLOSSINES ET TRYPANOSOMIASÉ HUMAINE AFRICAINE

La trypanosomiase humaine africaine ou maladie du sommeil semble être en régression au Cameroun, alors qu'au Congo, en République centrafricaine et au Tchad elle est en expansion, mais c'est en République démocratique du Congo et en Angola que les situations les plus graves sont observées.

Les anciens foyers de trypanosomiase dits « historiques » du Mbam, de Fontem, Santchou, Mamfé, Douala, Campo sont toujours signalés mais inégalement prospectés. En revanche, le foyer de Bipindi semble être un foyer plus récent.

Les foyers de la maladie du sommeil du Mbam, de Fonem, Santheou, Campo, Bipindi sont tous des foyers ruraux liés à des activités agricoles (culture du cacao, palmeraies, etc.) ou de chasse. On observe cependant que des populations de glossines vivent autour des maisons dans les villages (populations péri-domestiques).

Les foyers de Douala, Mamfé et Bafia, dépendant du foyer du Mbam, sont de véritables foyers urbains, car les glossines peuvent être capturées dans l'agglomération elle-même. Cela peut s'expliquer par l'existence dans la ville même soit de mangroves comme à Douala, soit de cours d'eau bordés de végétation comme à Mamfé ou Bafia.

Trois espèces vectrices de la maladie appartenant au sous-genre *Nemorhina* couvrent l'ensemble du pays (excepté les régions de Diamaré et du Sahel au nord du pays et les zones d'altitude, au-dessus de 1200 m) :

- *Glossina palpalis palpalis* qui occupe tout le centre, le sud et l'ouest du pays ;

■ *Glossina fuscipes fuscipes* dont l'aire de répartition fait suite à *Glossina palpalis palpalis* et qui occupe le centre et l'est du pays.

Ces deux espèces ont de fortes exigences hygrométriques et elles fréquentent en général le bord des fleuves et des cours d'eau (c'est pourquoi elles ont été qualifiées de « riveraines »). Dans des conditions d'humidité et de température favorables, elles peuvent à la fois coloniser les villages et les plantations.

G. tachinoïdes est répandue dans deux aires distinctes au nord du pays, séparées par un vaste espace de savane d'où elle est absente. Ses gîtes sont localisés aux abords des cours d'eau permanents ou des mares résiduelles pendant la saison sèche.

GLOSSINES EN ZONE URBAINE

Ville de Bafia

À la fin de l'année 1974, la trypanosomiase humaine atteint la ville de Bafia, située à 20 km au nord du foyer rural d'Ombessa et faisant partie du foyer du Mbam.

Plus de trente malades sont dépistés entre décembre 1974 et février 1975 et leur interrogatoire ne laisse aucun doute quant au fait que la contamination a eu lieu en zone urbaine (SEIGNOT, 1976). Une enquête entomologique démontre la présence de glossines (*G. palpalis palpalis*) le long des cours d'eau traversant la ville et bordant les maisons (EOUZAN et FERRARA, 1975). Cette flambée de trypanosomiase est rapidement jugulée.

Foyer de Mamfé

Entre juin et octobre 1982, sept malades atteints de trypanosomiase d'origine urbaine sont dépistés à l'hôpital. Précédemment, entre 1979 et 1982, quinze malades avaient été traités à l'hôpital de Fontem (ABBENYI, 1984). En 1985, NGASSAM et MONDET confirment la présence de *G. palpalis palpalis* dans la ville. En 1987, une nouvelle publication confirme la transmission de la maladie en zone urbaine. Cela peut s'expliquer par le fait que la ville, bordée par la rivière Manyu, est de plus traversée par plusieurs petits cours d'eau (ASONGANYI *et al.*, 1991).

Foyer de Douala

Des cas de trypanosomiase et la présence de glossines sont signalés dès 1903 par ZIEMANN et en 1908 par ZUPITZA. En mars 1928, 108 malades sont dépistés sur 25 688 personnes examinées à Douala, et à Bonabéri 30 malades sont répertoriés sur 3 556 visités. GENEVOIS *et al.* (1973) dépistent 12 malades à Bonabéri, 11 à Bonamouang et 4 à Deido. SICARD *et al.* (1989), analysant les données disponibles à la section provinciale de la Médecine préventive du Littoral, montrent qu'il existe 10 à 30 nouveaux cas en moyenne par an en dépistage passif. Les dernières données signalent quatre nouveaux cas (TOTO, 1996) ; il s'agit d'un foyer résiduel, à faible endémicité.

Le vecteur, *G. palpalis palpalis*, trouve dans les nombreuses zones de mangrove bordant certains quartiers de la ville des conditions de survie favorables, ainsi que dans des formations boisées « reliques » à la limite de la ville, surnommées « bois des singes ». Si l'effet général de l'urbanisation est de faire reculer les glossines, les projets d'extension de la ville vers le nord vont mettre les habitants de ces nouveaux quartiers en contact avec les glossines de mangrove.

GRANDS AMÉNAGEMENTS

Si l'eau n'intervient pas directement dans l'écologie des glossines (pas au stade préimaginal aquatique), elle n'en demeure pas moins importante en termes d'humidité. Par exemple, la création du barrage de Manautali au Mali, immense retenue d'eau, a provoqué une remontée du front des glossines vers cette région.

Barrage de Lagdo

Au moment de la construction du barrage de Lagdo, deux espèces de glossines étaient signalées dans la région : *G. tachinoïdes* et *G. submorsitans*.

G. tachinoïdes, vecteur important de la trypanosomiase humaine africaine, se rencontre dans la végétation en bordure des cours d'eau et des mares. Cette espèce se concentre pendant la saison sèche autour des points d'eau et le long des mayos humides. Sa répartition et son écologie dans le nord du Cameroun ont été précisées par GRUVEL *et al.* (1970). C'est le vecteur de la

maladie du sommeil présent dans les foyers du Logone, Chari et Kousseri. Les trois derniers malades ont été dépistés en 1976. *G. submorsitans* est une glossine uniquement vectrice de trypanosomiasés bovines.

Après la mise en eau du barrage, CHAUVET et BARBAZAN (1981) pensent qu'il y aura une diminution importante des gîtes de ponte et de chasse des glossines. Mais elles demeureront présentes dans tous les groupements végétaux en bordure des mayos ou des bas-fonds situés au-delà de la limite du lac. La régularisation du cours de la Bénoué en aval, qui favorise le développement d'une bordure végétale plus large et plus dense, sera propice à la prolifération de ces deux espèces de glossines (*G. tachinoides* et *G. submorsitans*).

Dans cette région, le problème de la maladie du sommeil ne se pose pas actuellement (CARRIÉ et COCHET, 1981), mais les foyers voisins du Sud-Tchad, en pleine activité, sont un danger car les habitants de ces régions sont particulièrement mobiles.

Barrage de Magba

D'après la carte de répartition des glossines de MOUCHET et GARIOU (1966), deux espèces de glossines sont présentes dans la région: *G. fuscipes fuscipes* et *Glossina fusca congolensis*.

Au cours de l'enquête de CHAUVET (1981), une glossine *G. palpalis palpalis* a été récoltée, cette zone devant se trouver à la limite entre les deux espèces citées qui sont de bons vecteurs de la trypanosomiase humaine africaine. *G. fusca congolensis* est abondante dans les îlots forestiers hors de la grande forêt. C'est un vecteur actif des trypanosomiasés animales (FINELLE *et al.*, 1963).

Dans le passé, quelques cas de trypanosomiase africaine ont été signalés dans les villages de Koula, Manda et Mayap (dépendant de Fouban).

D'après CHAUVET (1981), lors de la création du barrage et de la montée des eaux, il y aura réduction très importante des sites de ponte et de chasse des glossines, mais il restera encore de nombreux îlots « reliques ». En revanche, lorsque l'eau aura atteint le niveau supérieur, certains affluents qui n'offraient pas auparavant de gîtes permanents auront de l'eau toute l'année, ce qui augmentera localement le nombre de sites favorables pour les glossines.

Le problème épidémiologique est lié à la présence accrue de l'homme et de ses activités. Lors de la construction des barrages, on assiste à une migration

importante de travailleurs qui potentiellement peuvent être porteurs de trypanosomiasés, surtout ceux venant des régions voisines de Fontem ou de Bafia. Après la montée des eaux, les rives des deux lacs vont devenir attractives pour l'agriculture, l'élevage et la pêche, activités qui intensifieront les contacts entre l'homme et les glossines.

AMÉNAGEMENTS AGRICOLES

Complexe sucrier de Mbandjock

La culture intensive de la canne à sucre ainsi que la construction et le fonctionnement des usines sucrières ont entraîné une forte augmentation de la main-d'œuvre locale. Les immigrants peuvent être soit porteurs d'agents pathogènes, soit contaminés sur place par des germes préexistants. Une enquête « glossines » a été réalisée dans la région en avril 1974 par BRENGUES *et al.* D'un point de vue botanique, la région est caractérisée par une mosaïque d'îlots forestiers et de savanes à graminées, faisant suite à la forêt dense et humide qui est plus au sud. Des galeries forestières existent pratiquement sur tous les cours d'eau. Entre ces cours d'eau, des zones de savane ont été défrichées et ont fait place aux plantations délimitées par des galeries forestières, mais certains îlots forestiers ont été maintenus. Ces galeries forestières sont l'habitat permanent des glossines. Les pièges de Challier-Laveissière, utilisés pour les captures, ont été placés au centre des galeries, près des rivières, en choisissant les endroits les plus dégagés et quelques-uns ont été posés à la périphérie des galeries pour vérifier la sortie des glossines de leur biotope.

Deux espèces ont été capturées : *G. palpalis palpalis*, espèce vectrice de *Trypanosoma brucei gambiense*, agent de la maladie du sommeil chez l'homme, et *G. fusca congolensis*, vectrice de trypanosomiasés animales. Cette dernière espèce qui vit à la limite de la zone forestière et dans les îlots forestiers se nourrit essentiellement du sang des antilopes.

Toutes les glossines provenant de 100 individus ont été disséquées, en particulier pour rechercher les trypanosomés ; 11 % des glossines étaient parasitées par *Trypanosoma vivax*. Aucune infection appartenant à des trypanosomiasés des groupes *congolense* (trypanosomiasé animale) et *brucei* (trypanosomiasé humaine) n'ont pu être mis en évidence parmi les individus testés.

Si les glossines ne sont pas présentes dans les champs de canne (les plantations denses ne présentent pas de lignes de vol dégagées), elles peuvent s'approcher des limites des galeries. Le contact étroit avec l'homme s'effectue dans les cours d'eau ou le long des sentiers menant à ces cours d'eau, à l'occasion d'activités de pêche, de chasse ou de baignade. Il y a donc un risque de création de foyer de trypanosomiase humaine parmi les immigrants, surtout pendant la première phase de la maladie où elle passe relativement inaperçue.

Riziculture dans la plaine des M'bos

À la demande de la Mission de développement de la riziculture dans la plaine des M'bos (Miderim), une enquête entomologique concernant les vecteurs de maladies transmissibles a été effectuée en juin 1974.

La situation géographique de la plaine des M'bos fait apparaître que des restes de forêt semi-décidue se retrouvent sur le pourtour de la plaine et sur les flancs des montagnes qui la dominent. La plaine présente des zones de végétation hétérogènes. En effet, dans les zones exondées, il existe une savane à *Hypparhenia* et quelques plantations de tecks. Dans les zones bien drainées, on observe des galeries forestières qui bordent les rivières et sont plus ou moins réduites par les défrichements. Enfin, de vastes zones de la plaine sont inondées en permanence ou de façon régulière.

L'importance de la trypanosomiase humaine africaine a dans le passé incité la Miderim à demander une étude sur les conditions de transmission de la maladie.

La présence de la maladie a été signalée dans la plaine par le docteur Berke en 1912. À l'issue de cette découverte, la plaine fut abandonnée, et ses habitants refoulés vers les hauteurs. Malgré cela, l'endémie a persisté. En 1925, 13 malades sont détectés et 52 autres en 1929 sur les 3 802 personnes de la plaine des M'bos examinées. La menace s'accroît jusqu'en 1938. Après une période d'accalmie, 32 malades sont dépistés en 1982, 39 en 1985, 141 en 1986 (OWONA, 1988), puis leur nombre retombe à 7 en 1987; depuis, aucun nouveau cas n'a été signalé (PENCHENIER, 1996).

La capture des glossines n'a permis de récolter qu'une seule espèce, *G. palpalis palpalis*, qui semble particulièrement abondante dans les zones de piémont où subsistent des galeries forestières importantes (régions de Ngwatta

et d'Edang-Mama). Elle est également abondante dans la plaine et dans les galeries forestières (galeries du Nkam et de la Black-Wata). En densité plus faible, cette espèce est présente le long des petits cours d'eau (petits affluents de la Menoua et du Nkam) et en bordure des marais du centre de la plaine. Le réseau hydrographique dense et une hygrométrie élevée permettent la dispersion des glossines sur les champs de culture et à l'intérieur des villages.

Toutes les conditions sont donc réunies pour le maintien d'un foyer de trypanosomiase, en particulier la proximité du foyer endémique de Mbeta-Foreke, sous-foyer sud qui débouche vers le nord de la plaine par la région de Ngwatta.

Hévécam-Cameroun

Cette société d'exploitation de l'hévéa occupe une superficie de 40 000 ha à Niété, dans le département de l'Océan. À l'époque de l'enquête, en 1984, 100 000 personnes y vivaient, dont 26 000 travailleurs. Cette zone a été déboisée progressivement pour y planter l'hévéa. La proximité des foyers de Campo, à 45 km d'Hévécam, a attiré l'attention sur un risque de transmission de la maladie dans les plantations. Les glossines ont donc été recherchées le long de la route Campo-Hévécam et dans les plantations. La recherche de cas de trypanosomiase humaine a porté sur 586 personnes dont 330 hommes et 256 femmes. Aucun frottis n'a révélé la présence de trypanosomiase bien que les tests sérologiques aient été positifs dans 26 cas, soit une prévalence de 0,05. Seuls deux individus sur 26 ont présenté des taux d'IgM supérieurs aux valeurs usuelles.

G. palpalis palpalis est l'espèce dominante, *G. fusca* étant plus rare. Compte tenu des tests immunologiques positifs, des cas de trypanosomiase humaine sont à suspecter (ENYONG *et al.*, 1984). Un bon système de surveillance de la maladie est donc conseillé par les auteurs.

ARBOVIRUS

C'est en 1964 qu'un programme de prospection des arbovirus au Cameroun a été mené conjointement par la section de virologie de l'Institut Pasteur du Cameroun et les entomologistes médicaux de l'Orstom.

Les investigations ont été intensives et ont porté sur la région de Yaoundé, dans un rayon de 70 km autour de la ville. Les virus et leurs anticorps spécifiques ont été recherchés chez les moustiques, les hommes, les petits mammifères, divers animaux domestiques et les oiseaux (BROTTE *et al.*, 1966; POIRIER *et al.*, 1969; RICKENBACH *et al.*, 1969; SALAÛN *et al.*, 1969 a; MILLAN *et al.*, 1971 a). La région de Yaoundé est une zone de forêt semi-décidue, très remaniée par l'implantation de nombreuses bananeraies et cacaoyères, d'altitude moyenne (600-700 m), présentant quatre saisons bien nettes. Sur l'ensemble du territoire, des sérums ont été récoltés et l'incidence épidémiologique des arbovirus chez l'homme a été étudiée à l'aide de la technique sérologique d'inhibition de l'hémagglutination (SALAÛN et BROTTE, 1967; BOCHE *et al.*, 1974).

RÉGION DE YAOUNDÉ

Virus du groupe A

Les antigènes utilisés ont permis de mettre en évidence les virus Middleburg, Sindbis, O'nyong nyong et Chikungunya. Les anticorps de O'nyong nyong et Chikungunya sont trouvés à des taux élevés chez des écureuils et des singes. Bien que trois souches de virus Middleburg aient été isolées chez des moustiques (*Aedes*, *Culex*, *Eretmapodites*, *Mansonia*), les anticorps sont rarement détectés chez les animaux testés.

Virus du groupe Bunyamwera

Ce groupe a été observé chez un oiseau et un mammifère mais avec une incidence très faible. Sa présence a été détectée chez une seule antilope avec un taux d'anticorps élevé.

Virus du groupe B

Pour la fièvre jaune, l'interprétation des tests a été délicate à l'époque en raison de l'existence de co-agglutinations. Chez l'homme, 37 % des individus sont porteurs d'anticorps du groupe B en relation avec la vaccination anti-amarile. La trace de ces anticorps n'a été détectée que chez un écureuil et un calao, et elle était associée à des taux dominants avec le virus de Wesselsbron

chez un écureuil et un rat en lisière de forêt. Le nombre de primates étudié était faible.

- Le virus Wesselsbron est présent surtout chez les écureuils mais également chez les oiseaux (hérons et calaos). Quatre souches de ce virus ont été isolées chez les moustiques (*Aedes*, *Culex*, *Mansonia*).

- Le virus Spondweni a été retrouvé avec une incidence importante chez un écureuil et chez des oiseaux (calaos essentiellement).

- Le virus Ntaya est rarement cité dans les résultats, bien qu'il ait été isolé dans des moustiques à six reprises (*Culex* et *Eretmapodites*).

- Le virus Uganda S. ne se manifeste que chez les mammifères (surtout les écureuils et un lémurien).

- Le virus Zika est apparemment inactif chez les mammifères; il se manifeste chez plusieurs espèces aviennes, en particulier chez deux migrateurs paléarctiques. Sa trace sérologique est retrouvée chez des perroquets, des francolins et quelques rapaces migrateurs ouest-africains.

- Le virus West-Nile, virus d'oiseaux migrateurs, curieusement se manifeste chez les mammifères (écureuils, lémuriers, antilopes) et non chez les oiseaux comme on aurait pu le supposer.

- Le virus Usutu, antigénétiquement proche de West-Nile, est un virus présent chez les oiseaux, isolé de *Culex* et *Eretmapodites*.

- Le virus Dakar-bat n'a pas été retrouvé chez les chauves-souris, dont le nombre testé est d'ailleurs faible. Sa trace a en revanche été décelée chez un pigeon, un calao et une hirondelle de mer qui se déplace le long des côtes africaines.

Virus Lyssa

Pour le virus Mokola, une souche a été isolée d'un crocodile capturé dans la région de Yaoundé. Il est pathogène pour l'homme, un mort étant signalé au Nigeria; la transmission se fait par morsure, mais la transmission par des tiques ne peut être affirmée (LE GONIDEK *et al.*, 1978).

Virus Bunyamwera-like

Le virus Thogoto, considéré comme un arbovirus potentiel, a été isolé de tiques (*Amblyomma* et *Boophilus*) au Cameroun et en République centrafricaine (SUREAU *et al.*, 1976).

Virus du groupe Nyando

Le virus Eretmapodites 147 a été isolé de *Aedes* et *Eretmapodites*. Le virus Sindbis est présent chez les oiseaux (MAC INTOSH, 1975). Il a été isolé au Cameroun de *Aedes africanus*, *Culex* et *Mansonia*.

Virus non groupés

Trois souches du virus Tataguine, découvert au Sénégal, ont été isolées dans la ville de Yaoundé chez un homme et chez *Anopheles gambiae* (BRÈS *et al.*, 1966). Chez l'homme, il provoque des syndromes fébriles et exanthématiques (SALAÜN *et al.*, 1968 a et b).

Nouveaux virus

Deux nouveaux virus ont été décrits : le virus Okola isolé à partir de moustiques du genre *Eretmapodites* (BROTTESS *et al.*, 1969) et le virus Nkolbisson isolé également à partir de *Eretmapodites* (SALAÜN *et al.*, 1969 b). Ces deux virus ont été retrouvés chez une petite antilope qui servirait de réservoir.

AUTRES RÉGIONS DU CAMEROUN

Trois mille six cent douze sérums ont été prélevés sur l'ensemble du territoire soit par les médecins en poste dans différentes régions du pays, soit par des équipes de prospection de l'Institut Pasteur (SALAÜN et BROTTESS, 1967). Une attention toute particulière a été portée aux populations de pygmées de la région forestière de Djoum à l'est du Cameroun (BOCHE *et al.*, 1974).

La première étude a permis de distinguer trois régions principales.

Dans la région forestière du sud, l'influence des virus du groupe A est peu importante (Chikungunya, O'nyong nyong, Sindbis, Middleburg, Semliki). Il y a prépondérance des virus du groupe B, avec des manifestations sérologiques dues aux campagnes de vaccination contre la fièvre jaune. Les anticorps Zika et Uganda S. sont les plus souvent rencontrés.

Au centre, la région de savane humide de l'Adamaoua est une zone de transition. Les anticorps du groupe B sont rares, sauf pour le virus Zika. Cette zone est à la limite sud de l'influence du virus O'nyong nyong.

Au nord, la région de savane sèche est caractérisée par la fréquence des infections multiples par des virus du groupe B, en particulier le virus Zika. Les virus Uganda S., Ntaya et West Nile ne jouent qu'un rôle mineur. Les anticorps dus aux vaccinations anti-amariles paraissent rares. L'épidémie due à O'nyong nyong a laissé dans cette zone une forte empreinte. L'influence des virus du groupe Bunyamwera, faible dans les régions sud et centre, est ici accentuée.

La seconde étude a été réalisée en 1972. Elle a concerné plus particulièrement la population pygmée (Babinga) de la région de Djoum, une zone de forêt dense à climat équatorial; 1186 sérums ont été prélevés et testés par inhibition de l'hémagglutination. Ceux présentant une inhibition de l'hémagglutination positive à l'égard du virus amaril ont été étudiés par séronéutralisation.

Parmi les virus du groupe A, l'incidence des virus Sindbis et Middleburg est faible dans la population testée. Les taux des virus Chikungunya et O'nyong nyong sont très élevés, mais l'incidence de ces virus à Djoum est plus faible que celle observée dans l'ensemble des zones forestières du Cameroun.

En ce qui concerne les virus du groupe B, les titres sérologiques des virus Ntaya, Uganda S. et West Nile sont faibles et irrégulièrement répartis selon les tranches d'âge. Les taux sont plus élevés pour les virus amaril (5,9 %) et Zika, (6,9 %) et augmentent avec l'âge.

Pour la fièvre jaune, les dernières vaccinations de masse remontent à 1959. La présence d'anticorps amarils, dont la fréquence augmente avec l'âge, confirme la circulation du virus amaril dans cette région.

Quant aux virus Bunyamwera et Okala, les pourcentages de positivité sont faibles.

VIRUS PATHOGÈNES

Au Cameroun, les arbovirus ont une incidence plus ou moins grave sur la santé humaine, se traduisant par des affections fébriles très asthéniantes et caractérisées par l'apparition d'un véritable rash éruptif, mais sans séquelles irréversibles apparentes (par exemple les virus Ilesha, Bwanba, Tataquine). Les épidémies de virus à Chikungunya et à O'nyong nyong se manifestent, en plus des symptômes décrits, par des atteintes articulaires. Beaucoup de ces

arboviroses ne sont pas encore déterminées avec précision et sont appelées « *Dengue like fever* », selon la dénomination des auteurs anglo-saxons. Les vecteurs, *Aedes aegypti*, *Anopheles gambiae* et *Anopheles funestus*, sont présents dans la majeure partie du Cameroun. Deux arbovirus sont particulièrement virulents : le virus de la dengue contre lequel il n'existe aucun vaccin, celui de la fièvre jaune qui bénéficie d'un vaccin très efficace, mais le taux de couverture vaccinale insuffisant au Cameroun peut engendrer potentiellement de nouvelles épidémies.

Dengue

C'est la première arbovirose humaine en termes de morbidité et de mortalité (VAZELLE-FALCOZ *et al.*, 1999). Le nombre de cas de dengue est sous-estimé, car cette arbovirose est confondue avec le paludisme ou d'autres maladies virales. Les premiers isolaments du virus de la dengue ont été réalisés en Afrique, à partir de malades d'Ibadan au Nigeria. Les types 1 et 2 ont été mis en évidence (CAREY *et al.*, 1971). Une surveillance mise en place dans plusieurs régions du Nigeria montre la présence et la circulation du virus, avec une prédominance dans les savanes post-forestières, la savane guinéenne et la région du plateau, sans épargner la zone forestière. Les singes sont également touchés par ce virus (FAGBAMI *et al.*, 1977 ; MONATH *et al.*, 1973).

Dans leur étude historique sur la dengue, GRATZ et KNUSDEN (1996) ne fournissent pas de références pour l'Afrique centrale. Ils estiment que, si le virus est recherché, les quatre types de dengue seront mis en évidence. Les risques d'épidémie ne sont pas à écarter ; en effet, depuis une quinzaine d'années, des épisodes épidémiques sont apparus, impliquant les quatre sérotypes. La dengue de type 3 a été signalée au Mozambique (ABREU *et al.*, 1987), la dengue de type 4 au Sénégal (SALUZZO *et al.*, 1986). Deux cas de dengue hémorragique ont été signalés au Mozambique (GUBLER *et al.*, 1986). Jusqu'ici, aucun cas n'a été signalé au Cameroun, mais la présence de plusieurs foyers au Nigeria et les mouvements de populations qui existent entre ces deux États ne mettent pas le Cameroun à l'abri de cette arbovirose, dont le vecteur, *Aedes aegypti*, est réparti sur l'ensemble du pays.

Fièvre jaune

L'OMS commence à s'inquiéter sérieusement de la réémergence de la fièvre jaune en Afrique (WHO, 1996, 1997). Il existe une corrélation évidente entre

la réémergence des épidémies et l'arrêt des campagnes de vaccination systématique. En cas d'épidémie, 90 % de la mortalité survient chez les enfants. Trois cycles de fièvre jaune peuvent être distingués (DIGOUTTE, 1999).

La fièvre jaune selvatique, dont la persistance et la circulation s'observent parmi des populations animales, avec des passages sporadiques et isolés chez l'homme, provoque des atteintes bénignes. Le cycle se déroule en forêt et en savane humide.

Dans le cas de la fièvre jaune épidémique rurale, le virus est introduit en savane sèche ou en zone sahélienne, et circule dans les villages. Plusieurs vecteurs sauvages interviennent: *Aedes furcifer*, *A. taylori*, *A. luteocephalus*, ainsi que *A. aegypti*. La mortalité peut atteindre 10 à 12 % de la population (CORNET *et al.*, 1977).

Quant à la fièvre jaune urbaine, le virus peut être introduit dans une ville infestée de *Aedes aegypti*, dont deux formes peuvent être distinguées: *A. aegypti aegypti* et *A. aegypti formosus*. Cette dernière, plus foncée, est considérée comme la forme primitive non domestique qui colonise maintenant les gîtes artificiels présents dans les villes (VAZELLE-FALCOZ *et al.*, 1999). GAYRAL et CAVIER (1971) rappellent que le déclenchement d'une épidémie exige la réunion de trois conditions: une population humaine sérologiquement réceptive, la présence du virus et une densité de vecteurs élevée.

Les moustiques sont considérés comme des vecteurs quand leur aptitude à transmettre le virus a été expérimentalement prouvée ou lorsque c'est à partir d'eux que le virus a été isolé dans la nature. Aux vecteurs déjà cités, trois autres peuvent être ajoutés, *Aedes simpsoni*, *A. opok* et *A. bromeliae* pour l'Afrique de l'Est (HUANG, 1986).

Concernant ce virus de la fièvre jaune, les travaux de LEPINIEC *et al.* (1994) ont mis en évidence deux grands topotypes en Afrique de l'Ouest et en Afrique de l'Est, séparés géographiquement par la barrière naturelle des chaînes montagneuses du Cameroun.

Fièvre jaune au Cameroun

En 1970, un cas de fièvre jaune avait été signalé à Ayos et le diagnostic anatomo-pathologique, réalisé à l'Institut Pasteur de Paris, avait confirmé le diagnostic. MILLAN *et al.* (1971 b) insistent sur une nécessaire surveillance de la maladie.

Plusieurs enquêtes sérologiques ont été menées à l'ouest du pays, dans la plaine de Ndop (MILLAN *et al.*, 1971 c) au nord du Cameroun occidental, dans les départements de Bamenda, Gwofong, Nso, Nkambe et Wum (GERMAIN *et al.*, 1970). Elles signalent des sérums positifs contre l'antigène de la fièvre jaune et insistent sur le risque de transmission existant, compte tenu de l'abondance des vecteurs, *Aedes aegypti*, *A. africanus*, *A. simpsoni*, et de la présence d'une population particulièrement réceptive car non vaccinée.

À l'est du pays, dans les régions de Bertoua-Batouri, les études sérologiques mettent en évidence une incidence peu élevée, de l'ordre de 2,7 % (MILLAN et LAMBERTON, 1971). La présence de la maladie est soupçonnée par TSAI *et al.* (1987) dans la région du Maroua et Poli.

Les enquêtes menées au Nord-Cameroun entre 1980 et 1985 confirment les travaux plus anciens et mettent en garde contre l'importance du risque amaril (GERMAIN, 1981; HEYMAN, 1980; MERLIN et JOSSE, 1985).

Un premier isolement de virus amaril a été réalisé en 1990 dans la province de l'Extrême-Nord, dans les départements du Mayo Sava et du Mayo Tsanaga (VICENS *et al.*, 1993). Au total, sur 182 cas détectés, 125 décès ont été répertoriés.

Une seconde épidémie a été signalée en 1994 à Ngaoundéré (BOUCHITE *et al.*, 1995) et la présence d'anticorps spécifiques (IgM) mise en évidence à l'Institut Pasteur du Cameroun à partir de sérums de jeunes malades.

Vecteurs

Grâce aux travaux sur la fièvre jaune menés au Cameroun occidental, l'écologie de *Aedes africanus* a pu être précisée. Cet *Aedes* est très abondant et très agressif dans les raphiales caractéristiques du paysage de cette région (GERMAIN et EOUZAN, 1969; GERMAIN *et al.*, 1971, 1972 a et b, 1973).

Deux enquêtes ont été réalisées par CORDELLIER (1983, 1984) sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune dans certaines villes du Nord-Cameroun (Mayo Sava, Maroua, Petté, Bogo, Mora).

Concernant plus spécialement *Aedes aegypti*, Rickenbach et Button, de 1971 à 1977, ont prospecté l'ensemble du pays, cherchant à préciser les risques encourus par les populations en calculant des indices stégomyiens. Le plus connu de ces indices est l'indice de Breteau, correspondant au nombre

de gîtes contenant des larves ou des nymphes de *Aedes aegypti* pour 100 habitations. Selon les normes OMS, un risque d'épidémie existe quand cet indice est supérieur à 5. Il a été également nécessaire de définir un indice domestique et périodestique (RICKENBACH et BUTTON, 1971, 1972, 1973, 1977; RICHENBACH *et al.*, 1974).

YEBAKIMA (1996) propose un nouvel indice de Breteau qui tient compte de la productivité de chaque gîte. Un programme informatique de calcul automatique permet l'estimation des indices larvaires d'après ceux relevés sur le terrain. Cet indice pondéré permet de mieux suivre les opérations de lutte.

ARBOVIROSES ET GRANDS BARRAGES

Les risques de transmission ont été analysés sur les sites des barrages de Lagdo (CHAUVET et BARBAZAN, 1981) et de Magba (CHAUVET, 1981). Dans les deux cas, connaissant les limites approximatives des deux futurs lacs, les prospections ont concerné les villages proches de ces limites, les villages proches de l'actuel réseau hydrographique et les villages en aval immédiat du barrage qui ne seront pas déplacés, mais vers lesquels il y aura un afflux de travailleurs. À l'issue de ces enquêtes, des analyses prospectives ont été présentées, bien que la situation épidémiologique préliminaire sur le site lui-même soit mal connue (CARRIÉ et COCHET, 1981).

Barrage de Lagdo

Le défilé de Lagdo, situé à 40 km au sud-est de Garoua, est un immense bassin versant et la cuvette devait passer de l'altitude 195 m à l'altitude 218 m après la construction du barrage. Trois anophèles existent dans cette zone, *An. gambiae*, *An. funestus* et *An. nili*. L'enquête souligne que la baisse du niveau de la retenue consécutive à l'alimentation des turbines du barrage créera des collections d'eau multiples favorables à la reproduction des vecteurs, en particulier pendant la saison sèche, saison peu favorable habituellement à leur reproduction. Une transmission potentiellement saisonnière deviendra alors permanente, créant une situation épidémiologique nouvelle.

Trois espèces de *Aedes*, *A. aegypti*, *A. luteocephalus* et *A. vittatus*, ont été récoltées soit dans les jarres de stockage de l'eau à l'extérieur des maisons, soit

dans des débris de poterie servant d'abreuvoir pour la volaille, ou encore à l'intérieur des maisons dans des poteries servant à des macérations médicinales. Concernant ce type de gîtes domestiques et péri-domestiques, RICKENBACH et BUTTON (1977) obtenaient des valeurs d'indice de Breteau très élevées (jusqu'à 50).

D'après ces prévisions, la mise en eau du barrage n'aurait aucun retentissement direct sur les vecteurs confirmés de fièvre jaune ou de dengue. Il y aurait peut-être une action indirecte bien qu'il avait été prévu de créer des points d'eau potable par captage d'eau souterraine, avec un forage pour 100 à 150 personnes. Les auteurs estiment toutefois que la diminution du nombre de récipients de stockage risque d'être limitée, compte tenu des traditions, du sens pratique, des habitudes et d'éventuelles pannes dans le système d'approvisionnement en eau.

Barrage de Magba

Le barrage se situe à 60 km au nord-est. de la ville de Fouban, dans la province de l'Ouest. Il est destiné à « verrouiller » un immense bassin versant occupé à l'origine par un réseau hydrographique très dense. Les données bibliographiques concernant les maladies à vecteurs de cette zone sont rares. Les techniques de prospection ont été les mêmes que pour le barrage de Lagdo, excepté que le risque de fièvre jaune n'a pas été pris en compte dans cette région.

Deux espèces d'anophèles ont été capturées, *An. gambiae* et *An. nili*. L'étalement du plan d'eau permettra le développement accru d'une végétation aquatique de bordure propice à *An. nili*. *An. gambiae* sera favorisé par une activité humaine plus intense contribuant à multiplier les gîtes artificiels (ornières de piste, travaux de terrassement, etc.). Comme pour le barrage de Lagdo, un développement des gîtes naturels en bordure de rive, en relation avec les fluctuations du niveau de l'eau, est à prévoir.

Le risque de fièvre jaune n'a pas été pris en compte au cours de cette enquête. Mais les gîtes à *A. aegypti* se multiplieront probablement, en relation avec une augmentation de l'activité humaine qui se concentrera autour du barrage.

CONCLUSION

Les arbovirus, plus ou moins pathogènes pour l'homme, sont présents et circulent au Cameroun, que ce soit en milieu urbain ou rural. Compte tenu de la grande variété du pays en termes de milieu et de climat, les vecteurs majeurs *Aedes* du sous-genre *Stegomyia* et *Anopheles* se retrouvent sur l'ensemble du territoire, où ils peuvent se multiplier soit dans le cadre d'une urbanisation sauvage, soit du fait d'une mauvaise hygiène, ou encore lors de grands travaux qui créent de nouveaux gîtes potentiels.

Concernant la fièvre jaune, les zones les plus dangereuses sont les zones d'émergence de la maladie, dans le nord du pays. Les grands travaux dans ces régions seront potentiellement dangereux, même indirectement, en raison des migrations humaines qu'ils entraînent, de la création de nouveaux villages et campements, et de la multiplication des gîtes à vecteurs (*Aedes aegypti*) en relation avec les activités humaines (stockage de l'eau, boîtes de conserve ou débris de poterie abandonnés...). Les nouvelles agglomérations se verront appelées « zones épidémiques ». Quant à la dengue, qui a les mêmes vecteurs, le risque d'épidémie serait également dû à l'arrivée de migrants qui amèneraient avec eux le virus.

Pour les autres virus moins pathogènes, transmis surtout par des anophèles, le risque de transmission augmentera avec le développement de nouveaux gîtes, du fait de leur présence tout au long de l'année.

[Références bibliographiques]

- ABBENYI S., 1984. « Report of Gambian Trypanosomiasis in Fontem (Cameroon) : 1978-1982 ». In : *Rapport de la XV^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac, 3 : 42-48.
- ABREU R.M., MARTIN O.P., FERNANDES A.R., JARJOV A., ERMICHEV Y., LASTRE M., CATTANEO A., SCHWALBACH J., 1987. Epidemia da febre dengue por virus do tipo 3 na cidade de Pemba-Mocambique: 1984-1985. *Rev. Med. Mocambique*, 3 (2) : 33-40.
- ASONGANYI T., HENGY C., LOUIS J.P., GHOGOMU N.A., 1991. Reactivation of an old sleeping sickness focus in Mamdè (Cameroon): epidemiological, immuno-

- logical and parasitological findings. *Rev. Épidémiol. Sant. Publ.*, 39 : 55-62.
- BOCHE R., JAN C., LE NOC P., RAVISSE P., 1974. Enquête immunologique sur l'incidence des arbovirus dans la population pygmée de l'est du Cameroun (Région de Djoum). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 67 (2): 126-140.
- BOUCHITE B., BRENGUES J., TRAORE LAMIZANA M., EOUZAN J.P., FERRARA L., 1976. *Enquête entomologique préliminaire effectuée dans la région de Mbandjock du 21 au 30 avril 1976. Rapport n° 1.* Onarest/IMPM/16/76, 33 p.
- BOUCHITE B., BARBAZAN P., MAUCLÈRE P., MILLAN J., 1995. *Enquête entomo-épidémiologique sur deux cas mortels de fièvre jaune survenus dans la ville de Ngaoundéré (province de l'Adamaoua, Cameroun).* Rapport technique, 19 p.
- BRENGUES J., EOUZAN J.P., FERRARA L., JOSEPH A., LEFRANCOIS P., 1974. *Prospection entomologique sur les vecteurs de maladies tropicales et quelques aspects nutritionnels dans la plaine des Mbos.* Orstom, n° 8-74/Ent., 33 p., doc. ronéo.
- BRÈS P., WILLIAMS M.C., CHAMBON L., 1966. Isolement au Sénégal d'un nouveau prototype d'arbovirus, la souche Tataguine (IPD/A252). *Ann. Inst. Pasteur*, 111: 585- 591.
- BROTTESS H., RICKENBACH A., BRÈS P., SALAÛN J.J., FERRARA L., 1966. Les arbovirus au Cameroun. Isolements à partir de moustiques. *Bull. Org. Mond. Santé*, 35: 585-591.
- BROTTESS H., RICKENBACH A., BRÈS P., WILLIAMS M.C., SALAÛN J.J., FERRARA L., 1969. Le virus Okola (YM 50/64), nouveau prototype d'arbovirus isolé au Cameroun à partir de moustiques. *Ann. Inst. Pasteur*, 116 (4): 543-551.
- CAREY D.E., CAUSEY O.R., REDDY S., COOKE A.R., 1971. Dengue viruses from febrile patients in Nigeria, 1964-1968. *Lancet*, 1: 105-106.
- CARRIÉ J., COCHET M., 1981. *Rapport de mission effectuée par les services techniques de l'Oceac dans la région du site du barrage de Lagdo.* Yaoundé, Oceac, doc. n° 0528/ST.
- CARRIÉ J., COCHET P., 1981. *Rapport de mission effectuée par les services techniques de l'Oceac dans la région du site du barrage de Lagdo.* Yaoundé, Oceac, rapport n° 0428/Oceac/ST.
- CHAUVET G., 1981. *Étude prospective sur les conséquences de la création d'un barrage réservoir (Magba, province de l'Ouest) sur les populations d'insectes vecteurs d'endémies humaines.* Centre Pasteur du Cameroun/Orstom, doc. n° 8/81/Ent. Méd., 10 p.
- CHAUVET G., BARBAZAN P., 1981. *Étude prospective sur les conséquences de la création du barrage de Lagdo sur les populations d'insectes vecteurs d'endémies humaines.* Centre Pasteur du Cameroun/Orstom, doc. n° 11/81/Ent. Méd., 23 p.
- CORDELLIER R., 1983. *Les vecteurs potentiels de fièvre jaune en saison des pluies. Enquête entomologique dans le nord du Cameroun (Maroua, Petté, Bogo, Mora), juillet 1983.* Rapport d'enquête OMS, doc. multigr.
- CORDELLIER R., 1984. *Les vecteurs potentiels de fièvre jaune en fin de saison des pluies. Enquête entomologique dans le nord du Cameroun (Maroua, Petté, Bogo, Mora), octobre 1984.* Rapport d'enquête OMS, doc. multigr.

- CORNET M., JAN C., COZ J., 1977. Place de l'homme dans les cycles épidémiologiques de la fièvre jaune en Afrique de l'Ouest. *Méd. Trop.*, 37: 265-268.
- DIGOUTTE J.P., 1999. Une arbovirose d'actualité: la fièvre jaune. Son histoire naturelle face à une fièvre hémorragique, la fièvre de la vallée du Rift. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 92 (5) : 343-348.
- ENYONG P.A., SAMÉ-EKOBO A., FOUMBI J., KOUAMOUDOU J., MOYOU S.R., 1984. « Risque d'implantation de la Trypanosomiase humaine dans un complexe agro-industriel: Hévécam-Cameroun ». In: *Rapport de la XV^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac : 104-108.
- ÉOUZAN J.P., FERRARA L., 1975. *Enquête sur les glossines du foyer de trypanosomiase de Bafia*. Convention Oceac/Orstom, rapport n° 12-75/Ent.
- FAGBAMI A.H., MONATH T.P., FABIYI A., 1977. Dengue virus infections in Nigeria : a survey of antibodies in monkeys and humans. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 71 (1) : 60-65.
- FINELLE P., ITARD J., YVORE P., LACOTTE R., 1963. Répartition des glossines en RCA, état actuel des connaissances. *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 16 (3) : 337-348.
- GAYRAL P.H., CAVIER R., 1971. Données entomologiques et écologiques actuelles sur les vecteurs de la fièvre jaune en Afrique de l'Ouest. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 64 : 701-708.
- GENEVOIS Y., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., 1973. « Glossines et trypanosomiase dans l'estuaire du Wouri ». In: *Rapport de la VIII^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac : 199-203.
- GERMAIN M., 1981. *Enquête dans le nord du Cameroun relative à des cas d'ictère grave avec suspicion de Fièvre jaune*. Rapport d'enquête OMS, doc. multigr.
- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., 1969. *Rapport sur une tournée de prospection entomologique effectuée dans le nord du Cameroun occidental en avril 1969, et projet d'étude portant sur le cycle annuel d'abondance et le comportement d'Aedes africanus Theobald dans une région d'altitude*. Yaoundé, Orstom, 8 p.
- GERMAIN M., MILLAN J., ÉOUZAN J.P., MARTEL A., 1970. « Surveillance de la fièvre jaune au Cameroun: premiers résultats concernant une enquête menée dans le nord du Cameroun occidental ». In: *Rapport final de la V^e Conférence technique de l'Oceac (4-7 mars 1970)*. Yaoundé, Oceac : 437-446.
- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., BUTTON J.P., 1971. « Données sur le comportement et l'écologie d'Aedes africanus Theobald dans le nord du Cameroun occidental ». In: *Conférence Fièvre jaune, Bobo-Dioulasso, 20-23 mars 1971*, 11 p.
- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., 1972 a. Données sur les facultés de dispersion de deux diptères d'intérêt médical: *Aedes africanus* Theo. et *Simulium damnosum* Theo. dans le domaine montagnard du Cameroun occidental. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 10 (4) : 291-300.
- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., BUTTON J.P., 1972 b. Observations sur l'écologie et le comportement particulier d'Aedes africanus (Theobald) dans le nord du Cameroun occidental. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 10 (2) : 119-126.

- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., BUTTON J.P., 1973. Données complémentaires sur le comportement et l'écologie d'*Aedes africanus* Theobald dans le nord du Cameroun occidental. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 10 (2): 127-146.
- GRATZ N.G., KNUDSEN B., 1996. *The rise and spread of Dengue, Dengue haemorrhagic fever and its vectors. A historical review (up to 1995/1996)*. WHO, CTD/FIC (DEN), 96 (7), 197 p.
- GRUVEL J., TRONCY P.M., TIBAYRENC R., 1970. Contribution à la connaissance de la distribution des glossines au Nord-Cameroun. *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 23 (1): 83-91.
- GUBLER D.J., SATHER G.E., KONO G., CABRAL J.R., 1986. Dengue 3 virus transmission in Africa. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 35 (6): 1280-1284.
- HEYMAN D.L., 1980. *Rapport initial d'une enquête sur la fièvre jaune au nord du Cameroun (Petté, juin 1980)*. Yaoundé, Oceac (service épidémiologique), doc. multigr.
- HUANG Y.M., 1986. *Aedes (stegomyia) bromeliae (Diptera: Culicidae)*, the yellow fever virus vector in East Africa. *J. Med. Entomol.*, 23: 196-200.
- LE GONIDEK G., RICKENBACH A., ROBIN Y., HEME G., 1978. Isolement d'une souche de virus Mokola au Cameroun. *Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur)*, 129 (a): 245-249.
- LEPINIEC L., DALGARNO L., HUONG U.T.Q., MONATH T.P., DIGOUTTE J.P., DEUBEL V., 1994. Geographic distribution and evolution of yellow fever viruses based on direct sequencing of genomic DNA fragments. *J. Gen. Virol.*, 75: 417-423.
- MAC INTOSH B.M., 1975. Mosquitoes as vectors of viruses in southern Africa. *Dept. Agric. Techn. Serv. Ent. Memoir*, 43, 19 p.
- MERLIN M.N., JOSSE R., 1985. *Rapport d'enquête sérologique polyvalente par sondage menée dans le département du Mayo Sava*. Yaoundé, Oceac (service d'épidémiologie et de statistique), rapport n° 564/Oceac/SES.
- MILLAN J., GERMAIN M., GARCIN H., RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1971 a. « Enquête sérologique sur l'incidence de certains arbovirus chez divers animaux domestiques et sauvages au Cameroun ». In : *Rapport final de la VI^e Conférence technique de l'Oceac (10-13 mars 1971)*. Yaoundé, Oceac: 173-183.
- MILLAN J., RAVISSE P., RICKENBACH A., GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., BOCHE R., 1971 b. « Surveillance épidémiologique de la fièvre jaune au Cameroun ». In : *Rapport final de la VI^e Conférence technique de l'Oceac (10-13 mars 1971)*. Yaoundé, Oceac: 137-144.
- MILLAN J., GERMAIN M., MARTEL A., 1971 c. « Enquête sérologique humaine sur la présence d'anticorps anti-arbovirus dans le nord du Cameroun occidental ». In : *Rapport final de la VI^e Conférence technique de l'Oceac (10-13 mars 1971)*. Yaoundé, Oceac: 153-163.
- MILLAN J., LAMBERTON A., 1971. « Enquête sérologique humaine pour la Fièvre jaune dans les régions de Bertouact et de Batouri ». In : *Rapport final de la VI^e Conférence technique de l'Oceac (10-13 mars 1971)*. Yaoundé, Oceac: 164-172.
- MONATH T.P., WILSON D.C., STROH G., LEE V.H., SMITH E.A., 1973. The 1970 yellow

- fever epidemic in Okwoga district, Benue Plateau State, Nigeria. 2. Immunity survey to determine geographic limit and origin of the epidemic. *Bull. Wld Hlth Org.*, 48 : 123-128.
- MOUCHET J., GARIOU J., 1966. Notice de la carte de répartition des glossines au Cameroun oriental. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd., Parasitol.*, 4 (6) : 83-85.
- NGASSAM J.P., MONDET B., 1985. *Enquêtes entomologiques sur les vecteurs de Trypanosomiase humaine au Cameroun. III. Région de Mamfé (province du Sud-Ouest)*. Orstom/Centre Pasteur du Cameroun, doc. n° 10/Ent. Méd., 10 p.
- OWONA ESSOMBA R., 1988. Trypanosomiase humaine au Cameroun, 1987. *Bull. Liais. Doc. Océac*, 87 : 7-9.
- PENCHENIER L., 1996. Historique et évolution de la maladie du sommeil au Cameroun. *Bull. Liais. Doc. Océac*, 29 (3) : 23-36.
- POIRIER A., GERMAIN M., RICKENBACH A., ÉOUZAN J.P., 1969. Recherches sur le réservoir animal d'arbovirus dans une région forestière du Cameroun. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 62 (1) : 63-72.
- RICKENBACH A., GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., POIRIER A., 1969. Recherches sur l'épidémiologie des arboviroses dans une région forestière du Sud-Cameroun. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 62 (2) : 266-276.
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1971. *Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun*. I. Région Centre-Sud-Ouest. 2 p. II. Région Centre-Sud et région littorale, 2 p. III. Région Centre-Sud (suite), 2 p.
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1972. *Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun*. IV. Région Nord, 7 p. V. Douala (1^{re} partie), 3 p.
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1973. *Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun*. VII. Douala, région Ouest (2^e partie), 5 p. VIII. Douala, région Centre-Sud (3^e partie) et région Sud-Ouest, 4 p.
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., LOMBRICI G., 1974. *Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun*. VII. Région Centre-Sud (3^e partie) et région Sud-Ouest, 2 p.
- RICKENBACH A., LE GONIDEC G., RAVISSE P., 1976. L'incidence des arbovirus isolés de moustiques dans une région forestière du Sud-Cameroun, la région de Yaoundé. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 69 (4) : 372-381.
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1977. Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun. *Cah. Orstom. Ent. Méd. Parasitol.*, 15 (1) : 93-103.
- SALAÜN J.J., BROTTES H., 1967. Les arbovirus au Cameroun. Enquête sérologique. *Bull. Org. Mond. Santé*, 37 : 343-361.
- SALAÜN J.J., BROTTES H., BRÈS P., 1968 a. Arbovirus isolés au Cameroun à partir de fièvres exanthématiques. Note préliminaire à propos de souches. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 61 (3) : 301-309.
- SALAÜN J.J., RICKENBACH A., BRÈS P., GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., 1968 b. Isolement au Cameroun de trois souches de virus Tataguine. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 61 (4) : 557-564.
- SALAÜN J.J., RICKENBACH A., BRÈS P., BROTTES H., GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., 1969 a. Les arbovirus isolés à partir de moustiques au Cameroun. *Bull. Org. Mond. Santé*, 41 : 233-241.

- SALAÛN J.J., RICKENBACH A., BRÈS P., BROTTES H., GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., 1969 b. Le virus Nkolbisson (YM 31/65), nouveau prototype d'arbovirus isolé au Cameroun. *Ann. Inst. Pasteur*, 116 : 254-260.
- SALUZZO J.F., CORNET M., CASTAGNET P., REY C., DIGOUTTE J.P., 1986. Isolation of Dengue 3 and Dengue 4 virus from patients in Senegal. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 80 : 5.
- SEIGNOT P., 1976. « Trypanosomiase humaine à Bafia et dans le département du Mbam (Cameroun) ». In: *Rapport de la XI^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac, 15 p.
- SICARD J.M., LE MAO G., MERLIN M., JEANDEL P., 1989. Lutte contre la trypanosomiase humaine africaine dans le foyer de Douala (République du Cameroun), intérêt du Testryp. *CATT. Méd. Trop.*, 49 (4) : 375-379.
- SUREAU P., RAVISSE P., GERMAIN M., RICKENBACH A., CORNET J.P., FABRE J., JAN C., RODIN Y., 1976. Isolement du virus Thogoto à partir de tiques *Amblyomma* et *Boophilus* en Afrique centrale. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 69 (3) : 207-212.
- TOTO J.C., 1996. *Prospection entomologique dans le foyer du Wouri. Rapport de mission*. Yaoundé, Oceac, doc. n° 974/Oceac/CRT.
- TSAI T.F., LAZVIK J.S., NGAH R.W., MAFIAMBIA P.C., QUINCKE G., MONATH T.P., 1987. Investigation on a possible yellow fever epidemic and serosurvey for flavivirus infections in northern Cameroon. *Bull. Org. Mond. Santé*, 65 (6) : 855-860.
- VAUCEL M., 1942. La maladie du sommeil au Cameroun, historique, état actuel. *Rev. Sci. Méd. Pham. Vét. Afrique Française Libre*, 1 : 59-75.
- VAZELLE-FALCOZ M., FAILLOUX A.B., MOUSSON L., ELISSA N., RHODAIN F., 1999. Réceptivité orale d'*Aedes aegypti formosus* de Franceville (Gabon, Afrique centrale) pour le virus de la Dengue type 2. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 92 (5) : 341-342.
- VICENS R., ROBERT V., PIGNON D., ZELLER H., GHIPOUNI P.M., DIGOUTTE J.P., 1993. L'épidémie de fièvre jaune de l'extrême nord du Cameroun en 1990: premier isolement du virus amaril au Cameroun. *Bull. Org. Mond. Santé*, 71 (2) : 173-176.
- WHO, 1996. Dengue fever Mozambique. *Wkly Epidem. Rec.*, 60: 242-243.
- WHO, 1997. Offensive contre la fièvre jaune en Afrique. Vaccins et vaccination dans le monde. *Bull. GPH/WHO*, 3 (mai).
- YEBAKIMA A., 1996. Lutte contre *Aedes aegyptien* Martinique. Apport des études entomologiques. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 89 (2 b) : 161-162.
- ZIEMANN H., 1903. Bericht über das Vorkommen der Lepra, der Schlafkrankheit, der Beri-Beri usw in Kamerun. *Deutsche Med. Wochenschrift*, 14.
- ZUPITZA M., 1908. Ueber die Schlafkrankheitsfliege bei Duala. *Archiv f. Schiffs. U. Trop. Hyg. Leipzig*, 12 : 25 p.

Processus d'urbanisation, paludisme et autres maladies à vecteurs

En Afrique, le processus d'urbanisation est à la fois récent, brutal et non contrôlé. Le Cameroun n'a pas échappé à ce processus, non sans présenter deux originalités importantes :

- le développement quasi simultané de deux centres urbains majeurs, Douala et Yaoundé, et l'existence d'un réseau de villes secondaires non négligeables ;
- une répartition spatiale de ces centres urbains dans des espaces écologiques très différents, des zones les plus équatoriales aux zones de savane.

DISPARITÉS INTRA-URBAINES

L'urbanisation constitue un processus majeur de modification de l'environnement et une opération d'aménagement de grande ampleur. Si ce processus n'est pas uniforme et renvoie aux traits spécifiques du Cameroun, on peut cependant dégager un certain nombre de constantes qui permettent de prévenir le paludisme et les autres maladies à vecteurs dans les centres urbains.

On qualifie en premier lieu la ville comme un milieu hétérogène, dense et ouvert (SALEM, 1998).

MILIEU HÉTÉROGÈNE

Le caractère non contrôlé de l'urbanisation, l'arrivée massive de néo-citadins, sans que les emplois, les services, les logements suivent, font qu'il y a des villes dans la ville. Si les citadins ont « en moyenne » un meilleur état de

santé que les ruraux, cette moyenne cache des écarts de santé considérables (au point que la santé des citadins les plus pauvres est souvent plus mauvaise que celle des paysans).

Ce constat suppose un effort d'identification et de validation des facteurs de risque propres à chaque type de milieu urbain et adéquats par rapport aux données disponibles ou collectables.

MILIEU DENSE

La première caractéristique épidémiologique des zones urbaines est la densité de population humaine. L'épidémiologie de nombreuses maladies s'en trouve modifiée. Ainsi, la rougeole ne se présentera pas en ville sous la forme de brutales flambées épidémiques comme en milieu rural, mais comme un phénomène vivace existant toute l'année et touchant les petits citadins beaucoup plus tôt que les petits ruraux. Toutes les grandes endémies, qu'on croyait bien connaître (EYCKMANS, 1983 ; SALEM *et al.*, 1994), présentent en milieu urbain des traits particuliers. Ainsi, dans la nouvelle écologie urbaine, des espèces d'anophèles, vecteur du paludisme, qu'on pensait exclusivement exophiles deviennent endophiles, de diurnes deviennent nocturnes, etc.

MILIEU OUVERT

Une des difficultés à gérer les problèmes de santé dans les villes tient au caractère ouvert de ces dernières : entre la ville et la campagne, les échanges sont en effet intenses et incontrôlables. Les cas récents d'épidémie de choléra, se diffusant au gré des déplacements des populations, en témoignent ; l'épidémie de sida constitue un autre exemple. Pour les maladies à vecteurs, la mobilité des citadins, l'arrivée de ruraux font que les populations sont exposées à de multiples risques difficiles à hiérarchiser et surtout à contrôler. Les enfants des villes, le plus souvent peu exposés aux piqûres infectantes de vecteurs, se trouvent au contact de vecteurs et de parasites virulents lors de leurs séjours en milieu rural. Inversement, des ruraux en ville sont exposés à de nouveaux risques, tout en étant susceptibles d'introduire de nouveaux pathogènes.

Les autorités sanitaires sont ainsi confrontées à la difficulté de gérer simultanément un espace urbain hétérogène, pas toujours très bien cerné, et une population mouvante.

TYPOLOGIE DES FACTEURS DE RISQUE EN MILIEU URBAIN

Devant tout processus d'urbanisation, il importe de définir un panel d'indicateurs informatifs, reproductibles et peu coûteux, susceptibles de hiérarchiser et de localiser dans l'espace les facteurs de risque de maladies à vecteurs. L'utilisation simultanée des concepts de population en situation de risque et de zone à risque doit permettre de prévenir et d'organiser le système de soins par rapport aux besoins attendus.

INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

Les principaux indicateurs environnementaux sont maintenant bien identifiés :

- la présence et la caractérisation de collections d'eau permanentes et saisonnières, facteur de risque anophélien et/ou d'autres vecteurs attachés aux eaux propres et/ou sales ;
- la densité de population, facteur de risque de dilution des piqûres et/ou d'épidémisation ; un processus de dilution des piqûres dans le cas du paludisme peut se traduire par une baisse des incidences, mais aussi par une moindre couverture immunitaire et, sans que la chose soit avérée, par une plus grande létalité ; à l'inverse, de fortes densités de population peuvent constituer un facteur d'épidémisation comme pour la trypanosomiase ou la fièvre jaune ;
- les variables socio-économiques, qui expriment indirectement la qualité de l'habitat, les mesures prophylactiques prises et l'accès aux soins préventifs et curatifs.

PROFILS DE RISQUE DES ESPACES URBAINS

Des typologies spatiales montrant les combinaisons de facteurs de risque permettent de définir le profil de risque de chaque sous-espace

et d'orienter l'action préventive et curative. Deux types d'espace méritent une attention particulière.

Bas-fonds urbains et zones intra-urbaines à proximité de collections d'eau

De nombreux travaux ont montré l'extraordinaire utilisation des bas-fonds urbains à des fins agricoles. Ces activités qui ont le mérite de créer des emplois et de pourvoir aux besoins en produits maraîchers de la population citadine ont l'inconvénient de rapprocher la population des vecteurs, dans des espaces généralement très densément occupés. Ce risque étant directement lié au site et aux modes de développement de la ville, les populations exposées sont socialement et économiquement hétérogènes. Il importe de dresser à nouveau un état des lieux en fonction des facteurs de risque reconnus.

Fronts d'urbanisation

Ils constituent souvent des zones de contact entre, d'une part, un milieu suburbain et ses vecteurs spécifiques et, d'autre part, une population peu dense, où la dilution des piqûres ne jouera pas. Réguliers ou irréguliers, ces fronts d'urbanisation sont, en outre, le plus souvent dépourvus d'infrastructures sanitaires.

PALUDISME ET AUTRES MALADIES VECTORIELLES EN MILEU URBAIN

L'épidémiologie du paludisme et des maladies à vecteurs trouve en zone urbaine des formes particulières qui tiennent à la fois aux conditions naturelles spécifiques et aux modifications des modes de vie des citadins.

En Asie, Covell, dans ses études des villes de Bombay, Calcutta et Bangalore entre 1928 et 1949 avait montré que l'épidémie de 1930-1935 à Bombay était due aux citernes d'eau et aux gouttières bloquées qui constituaient des gîtes de choix pour *Anopheles stephensi* (COVELL, 1934). Une législation stricte imposant la protection des citernes et une politique d'approvisionnement en eau de la périphérie urbaine eut des résultats positifs. À Calcutta, *Anopheles sudaicus* avait envahi les parties orientales de la ville en raison du voisinage de marais salants et de nombreux étangs de pisciculture, gîtes favorables à ces anophèles. Le même phénomène a été observé

à Hô Chi Minh-Ville (TANG AM *et al.*, 1993), à Java et à Sumatra (BRUCE CHWATT, 1983). L'élimination d'une partie de la végétation aquatique a partiellement résolu le problème en Indonésie quand on a combiné cette élimination avec l'utilisation de poissons larvivores. À Karachi, le paludisme était directement lié à l'urbanisation incontrôlée ; dans les années 1960-1970, il a touché 10 à 20 % de la population de la ville (soit entre 400 000 et 800 000 habitants !), particulièrement en périphérie. C'est dans ces zones que les anophèles trouvent le plus de gîtes, même dans des flaques d'eau fortement polluées par des déchets organiques.

En Afrique, les études montrent que le processus d'urbanisation tend à supprimer les gîtes à anophèles par la conquête progressive des terrains de culture et le comblement des points d'eau ainsi que par la pollution des collections d'eau résiduelle peu favorables aux vecteurs du paludisme (VERCRUYSSSE et JANCLOES, 1981 ; GAZIN *et al.*, 1987 ; TRAPE et ZOULANI, 1987 a et b ; MOUCHET, 1987 ; LE BRAS *et al.*, 1986 ; MANGA *et al.*, 1991).

L'expansion spatiale se combinant avec un processus de densification des zones urbanisées et un usage croissant de moustiquaires et de produits de lutte contre les moustiques (encens, bombes insecticides, serpentins, etc.), un phénomène de dilution des piqûres est à l'origine d'acquisitions tardives d'immunité et donc de formes cliniques graves de paludisme, d'autant plus inquiétantes que des problèmes de résistance aux traitements courants se font jour (LE BRAS *et al.*, 1990 ; GAYE *et al.*, 1991). Les recherches récentes menées sur ce continent soulignent le rôle de *Anopheles gambiae s.l.* dans les villes et la nécessité de prendre en compte la diversité intra-urbaine. À Ouagadougou (ROSSI *et al.*, 1986 ; SABATINELLI *et al.*, 1989), Bobo-Dioulasso (ROBERT *et al.*, 1986, 1991), Brazzaville (TRAPE et ZOULANI, 1987 a et b), Cotonou (CHIPPAUX et AKOGBETTO, 1991), Kinshasa (MULUMBA *et al.*, 1990) et Banjul (ADIAMAH *et al.*, 1993), l'étude comparative de quartiers, combinant différemment les facteurs favorisant ou défavorisant le développement anophélien, a permis de mettre en évidence des différences importantes de faune anophélienne, de taux d'inoculation et de précocité de la première infection. À Bobo-Dioulasso, on a même observé des différences de cytotypes chromosomiques d'une même espèce d'anophèle selon le type d'environnement urbain (ROBERT *et al.*, 1991). Il apparaît en outre que des espèces d'anophèles qu'on croyait bien connaître se révèlent capables de modifications de comportement importantes : on a montré l'endophilie croissante des anophèles de Benin City (COLUZZI *et al.*,

1979) et l'anthropophilie quasi exclusive de *Anopheles arabiensis* à Pikine (VERCRUYSE et JANCLOES, 1981).

Compte tenu des facteurs naturels (climat, site, etc.) et du contexte socio-politique (niveau de développement, législation, etc.), la dynamique de l'endémie palustre semble directement liée aux types d'urbanisation.

Il s'agit de construire l'espace géographique du paludisme, c'est-à-dire d'identifier, aux différentes étapes de la croissance de la ville, les sous-espaces urbains où les facteurs de risque (collections d'eau, densité de population, niveau de vie, type d'habitat) se combinent de façon spécifique. Cette recherche a un double objectif : montrer le lien entre croissance urbaine et risque de transmission du paludisme ; hiérarchiser et dresser une typologie des espaces à risque.

Les études conduites à Pikine articulent les volets géographique, entomologique et épidémiologique (TRAPE *et al.*, 1992, 1993 ; SALEM *et al.*, 1994). Pour établir la géographie du risque anophélien, une cartographie des collections d'eau et un examen des faunes matinales résiduelles intra-domiciliaires a été réalisée. En raison de la proximité de la grande niaye, les limites spatiales successives des fronts réguliers et irréguliers d'urbanisation marquent les limites du risque anophélien maximal. On observe simultanément deux phénomènes.

Le premier phénomène est une concurrence entre rente foncière urbaine et rente d'activités agricoles périurbaines qui se traduit par une extension des zones urbanisées sur d'anciens terrains de culture, avec comblement progressif des niayes et des céanes. Cette substitution est progressive, exposant des populations peu denses installées en périphérie à un risque important de piqûres d'anophèles. L'étude des rythmes de croissance urbaine a montré que le temps de substitution est inégal, marqué dans la dernière décennie par une spéculation foncière de plus en plus anticipée, mais aussi par un rythme de densification de l'habitat ralenti en raison de la crise économique du pays.

Le second phénomène est, dans le même temps, la demande croissante de produits maraîchers, qui a considérablement augmenté le nombre de céanes nécessaires aux cultures, tant en zones périurbaines qu'intra-urbaines, de nombreux micro-espaces délaissés jusque dans les années 1980 étant maintenant cultivés. Il est par ailleurs possible que l'usage inconsidéré et incontrôlé

d'engrais et de produits phytosanitaires, notamment de malathion, rendent impropres ces nouvelles céanes à la reproduction des anophèles.

Si les limites du risque anophélien suivent globalement les fronts d'urbanisation, on peut faire deux observations. En premier lieu, la fraction de la population pikinoise, par rapport à la population totale, exposée à un risque anophélien diminue : si près de 80 % de la population était exposée en 1958, ce pourcentage est de moitié en 1986. Pour le risque de niveau 1, cette diminution est encore plus importante, elle passe de 52 % en 1958 à 9 % en 1986 (tabl. I). En second lieu, les effectifs absolus de population et les superficies « impaludées » augmentent avec l'expansion de la ville : de moins de 40 000 habitants en 1958 à plus de 250 000 en 1986.

Tableau I. Population pikinoise exposée au risque anophélien (en %).

	1958	1968	1980	1986
Risque 1	52	30	17	9
Risque 2	27	25	36	33
Risque 1 ou 2	79	55	53	42

À l'heure où les cas de chimiorésistance se multiplient à Pikine et où les études montrent de multiples interférences du paludisme sur la santé générale de la population, c'est un problème de santé publique majeur – et une situation de régression en termes de lutte contre les vecteurs, de prophylaxie et de prise en charge thérapeutique – auquel les pouvoirs publics doivent faire face.

La cartographie des collections d'eau a été réalisée sur l'ensemble de la ville pour 1958, 1968 et 1980 par interprétation de missions photo-aériennes, de relevés de terrain et d'une analyse d'une image Spot. Ces cartes ont été calées sur les courbes isopièzes afin d'évaluer le risque de présence d'eaux saumâtres, impropres au développement des anophèles.

Pour hiérarchiser les espaces à risque, on a appliqué à l'ensemble de la ville les gradients de densités d'anophèles calculés sur la zone de Pikine Ancien et croisé ces données avec les densités de population. Pour évaluer la morbidité palustre, des examens cliniques et parasitologiques ont été réalisés sur des enfants scolarisés dans Pikine Ancien (enquête à passages répétés dans la plus grande école primaire de Pikine Ancien).

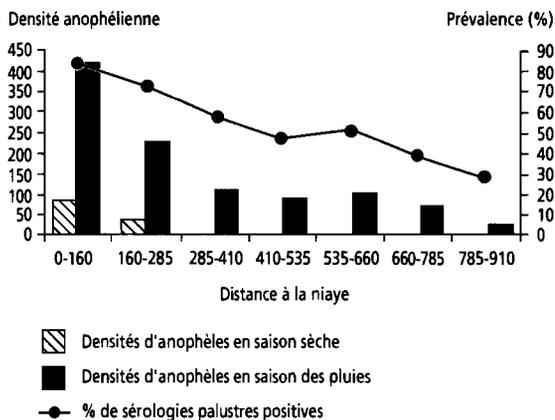
En ce qui concerne les résultats intéressant le comité d'experts, une première analyse par bandes parallèles à la collection d'eau a permis d'observer un gradient décroissant net des densités d'anophèles au fur et à mesure que la distance augmentait, tant en saison sèche qu'en saison des pluies (tabl. II et fig. 1).

Tableau II. Densités de *Anopheles arabiensis* femelles selon la distance à la niaye.

Distance à la niaye (m)	Nombre de <i>An. arabiensis</i> (femelles) pour 100 chambres	
	Saison sèche	Saison des pluies
0-160	84	414
160-285	40	229
285-410	5	110
410-535	2	84
535-660	2	99
660-785	0,4	69
785-910	0	21

Une analyse plus fine que ce découpage en bandes parallèles à la collection d'eau a été effectuée, au moyen de 24 parallélogrammes, pour lesquels les densités moyennes annuelles de moustiques par parcelle ont été calculées. Quatre cartes ont ainsi été établies et confrontées : densités moyennes de

Figure 1
Densités d'anophèles
et sérologies positives
selon la saison et
la distance à la niaye.



Anopheles gambiae exprimant le premier facteur de risque de transmission du paludisme, prévalences de gouttes épaisses positives annuelles exprimant le niveau de paludisme-infection, densités moyennes de moustiques femelles et densités de tous moustiques femelles hors anophèles, exprimant les nuisances.

La généralisation de cette étude à l'ensemble de la ville est possible en simplifiant les résultats. On définit pour cela deux distances de risque anophélien en fonction de la distance aux collections d'eau permanentes : inférieure à 400 m dite de risque maximal, et entre 400 et 600 m dite de risque second, distance marquant l'inflexion significative de la courbe.

Le risque anophélien est la traduction directe des modes d'occupation de l'espace, image synthétique des contraintes de site et des mécanismes de pression foncière.

Ces premières cartes ne définissant que les zones à risque virtuel de piqûres d'anophèles, il était intéressant de croiser ces données de risque anophélien avec les densités de population, variant plus que du simple au double, afin d'identifier les combinaisons spatiales entre proximité des gîtes et dilution des piqûres. Trois types d'espace urbain apparaissent nettement :

- la zone de Pikine Ancien jouxtant la grande niaye, combinant fortes densités de population et fortes densités de moustiques ;
- la zone centrale de Pikine, recouvrant l'essentiel des quartiers irréguliers de Pikine et de Guedjawaye, combinant fortes densités de population et faibles densités de moustiques ;
- les zones périphériques orientales, combinant faibles densités de population et proximité étroite des gîtes permanents, à l'exception des quartiers nord-est présentant des densités de population plus fortes mais dont les niayes proches sont susceptibles d'être saumâtres.

On identifie ainsi trois types majeurs de situation écologique par rapport au risque de transmission, représentant des effectifs de population très variables (tabl. III).

La question qui se pose est celle des traductions parasitologiques et morbides de cette géographie particulière des facteurs de risque : précocité et intensité de l'infection, incidence et létalité du paludisme-maladie. La situation immunitaire est d'autant plus complexe que la mobilité intra-urbaine est forte et que les marges orientales de la ville sont le plus souvent occupées par d'an-

ciens citadins locataires des quartiers centraux, alors peu exposés aux piqûres, accédant à la propriété en périphérie. Par ailleurs, d'autres facteurs relevant de la géographie sociale de la ville jouent, tels l'hygiène domestique du quartier (notamment le ramassage des ordures ménagères, comme nous l'avons constaté à Pikine Ancien), le type d'habitat (qualité de la construction et plus ou moins grande densité des « semis » urbains), les variables sociales et culturelles (accès aux soins, utilisation d'antimalariques et de moustiquaires).

Tableau III. Effectif et pourcentage de la population selon la situation écologique.

Position par rapport aux gîtes	Effectif de la population		
	Densité forte	Densité moyenne	Densité faible
Éloignée (≥ 600 m)	68 142 (11 %)	25 430 (4 %)	79 521 (13 %)
Proche (400-600 m)	194 328 (32 %)	4 655 (1 %)	82 446 (14 %)
Immédiate (< 400 m)	75 519 (13 %)	22 796 (4 %)	48 968 (8 %)

Quand on la compare aux résultats de recherche déjà exposés, on voit que la géographie du risque anophélien ne se superpose que peu aux variables socio-économiques : si le recours aux soins est meilleur dans les quartiers est que dans les quartiers centraux et orientaux, en revanche les indicateurs de santé synthétiques comme l'état nutritionnel des enfants, ou la mortalité, sont particulièrement mauvais dans la bande centrale nord-ouest/sud-est.

Cette étude montre que la recherche d'une situation moyenne à Pikine n'aurait pas de sens, pas plus qu'un découpage de la ville non raisonné, par rapport au problème de santé particulier étudié ; une opposition entre ville d'urbanisation régulière et ville irrégulière, par exemple, aurait introduit de nombreux facteurs de confusion.

La multiplicité des facteurs intervenant dans le paludisme-infection, le paludisme-maladie et, plus encore, le paludisme-mortalité impose une réflexion sur les échelles d'étude, un même facteur pouvant jouer de façon différente selon l'environnement dans lequel il s'inscrit. Il appartient aux spécialistes du paludisme de déterminer si les informations collectées donnent des indications originales pour les programmes prophylactiques et curatifs.

La combinaison des facteurs tenant au site et au mode d'occupation de l'espace dessine une géographie du paludisme « circum-urbaine », celle-là même que décrivait ROUSSEAU (1928), parlant d'une ceinture du risque paludéen.

[Références bibliographiques]

- ADIAMAH J.H., KORAM K.A., THOMSON M.C., LINDSAY S.W., TODD J., GREENWOOD B.M., 1993. Entomological risk factors for severe malaria in a peri urban area of Gambia. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 87 (5) : 491-500.
- BRUCE CHWATT L.J., 1983. Paludisme et urbanisation. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 76 : 243-249.
- CHIPPAUX J.P., AKOGBETTO M., 1991. « Le paludisme urbain lagunaire : enquête longitudinale à Cotonou ». In : *Le paludisme en Afrique de l'Ouest. Études entomologiques et épidémiologiques en zone rizicole et en milieu urbain*. Paris, Orstom, coll. Études et Thèses : 37-53.
- COLUZZI M., SABATINI A., PETRARCA V., DI DECO M.A., 1979. Chromosomal differentiation and adaptation to human environment in the *Anopheles gambiae* complex. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 73 : 483-497.
- COVELL G., 1934. The present state of our knowledge regarding the transmission of malaria by different species of anopheline mosquitoes. *Rec. Mal. Surv. Ind.*, 2 : 1-48.
- EYCKMANS L., 1983. Maladies parasitaires intestinales en milieu urbain tropical. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 76 : 263-368.
- GAYE O., FAYE O., BAH I.B., DIALLO S., DIOUF M., NDIAYE P., NDIAYE A.A., TRAPE J.F., 1991. Évolution de la chloroquinorésistance en zone urbaine. Résultats d'enquêtes menées à Dakar et Pikine. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 71 : 329-330.
- GAZIN P., ROBERT V., CARNEVALE P., 1987. Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). 2. Les indices paludologiques. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 25 (1) : 27-31.
- LE BRAS M., SOUBIRAN G., BARAZE A. et al., 1986. Paludisme urbain et rural au Niger. Le cas du département de Maradi. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 79 : 695-706.
- LE BRAS J., HATIN I., BOURRÉE P. et al., 1990. Évolution de la chimiosensibilité de *Plasmodium falciparum* à la chloroquine et à la méfloquine au Bénin entre 1980 et 1990. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 83 : 320-329.
- MANGA L., ROBERT V., MESSI J., DESFONTAINE M., CARNEVALE P., 1991. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 1. Étude entomologique dans deux quartiers centraux. *Mém. Soc. R. Belg. Ent.*, 35 : 386-391.
- MOUCHET J., 1987. « Review of urban vectors and pests in developing countries in tropics ». In : *Expert committee on vector control in urban areas (Geneva, 15-21 September 1987)*. Geneva, OMS, doc. VBC/ECV/87.5/05.
- ROBERT V., GAZIN P., OUEDRAOGO V., CARNEVALE P., 1986. Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Étude entomologique de la transmission. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 24 (2) : 121-128.
- ROBERT V., PETRARCA V., CARNEVALE P., COLUZZI M., 1991. « Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso. Étude chromosomique du complexe *Anopheles gambiae* ». In : *Le paludisme en Afrique de l'Ouest. Études entomologiques et épidémiologiques en zone rizicole et en milieu urbain*. Paris, Orstom, coll. Études et Thèses : 77-85.

- ROSSI P., BELLI A., MANCINI L., SABATINELLI G., 1986. Enquête entomologique longitudinale sur la transmission du paludisme à Ouagadougou (Burkina Faso). *Parasitologia*, 28 : 1-15.
- ROUSSEAU L., 1928. Recherche sur l'endémie paludéenne à Douala (Cameroun) en 1917. *Bull. Path. Exot.*, 11 : 286-291.
- SABATINELLI G., LAMIZANA L., 1989. « Le paludisme dans la ville de Ouagadougou (Burkina Faso) ». In SALEM G., JEANNÉE E. (éd.) : *Urbanisation et santé dans le Tiers Monde : transition épidémiologique, changement social et soins de santé primaires*. Paris, Orstom, coll. Colloques et Séminaires : 187-193.
- SALEM G., 1998. *La santé dans la ville. Géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal)*. Paris, Karthala, 360 p.
- SALEM G., LEGROS F., LEFEBVRE-ZANTE E., NDIAYE G., BOUGANALI H., NDIAYE P., BADJI A., TRAPE J.F., 1994. Espace urbain et risque anophélien à Pikine (Sénégal). *Cahiers Santé*, 4 : 347-357.
- TANG AM N., QUY RIEC L., THI HUYEN V., BIEH LAN N., 1993. Études entomo-épidémiologiques du paludisme dans la zone côtière de Hô Chi Minh-Ville, 1990-1992. *Cahiers Santé*, 3 : 464-473.
- TRAPE J.F., ZOULANI A., 1987 a. Malaria and urbanization in Central Africa: the example of Brazzaville. Results of entomological surveys and epidemiological analysis. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 81 (suppl. 2) : 10-18.
- TRAPE J.F., ZOULANI A., 1987 b. Malaria and urbanization in Central Africa: the example of Brazzaville. Relationships between urbanization and the intensity of malaria transmission. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 81 (suppl. 2) : 19-25.
- TRAPE J.F., ZANTE E., LEGROS F., NDIAYE G., BOUGANALI H., DRUILE P., SALEM G., 1992. Vector density gradients and the epidemiology of urban malaria in Dakar, Senegal. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 47 (2) : 181-189.
- TRAPE J.F., ZANTE E., LEFEBVRE E., LEGROS F., SALEM G., 1993. Malaria Morbidity among children exposed to low seasonal transmission in Dakar, Senegal, and its implications for malaria control in tropical Africa. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 48 (6) : 748-756.
- VERCRUYSE J., JANCLOES M., 1981. Étude entomologique sur la transmission du paludisme humain dans la zone urbaine de Pikine (Sénégal). *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 19 (3) : 165-178.
- VERCRUYSE J., JANCLOES M., VAN DE VELDEN L., 1983. Epidemiology of seasonal *falciparum* malaria in an urban area of Senegal. *Bull. Wld Hlth Org.*, 61 (5) : 821-831.

Bibliographie générale

[Bibliographie générale]

- ABBENYI S., 1984. « Report of Gambian Trypanosomiasis in Fontem (Cameroon) : 1978-1982 ». In : *Rapport de la XV^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac, 3 : 42-48.
- ABREU R.M., MARTIN O.P., FERNANDES A.R., JARJOV A., ERMICHEV Y., LASTRE M., CATTANEO A., SCHWALBACH J., 1987. Epidemia da febre dengue por virus do tipo 3 na cidade de Pemba-Mocambique : 1984-1985. *Rev. Med. Mocambique*, 3 (2) : 33-40.
- ADIAMAH J.H., KORAM K.A., THOMSON M.C., LINDSAY S.W., TODD J., GREENWOOD B.M., 1993. Entomological risk factors for severe malaria in a peri urban area of Gambia. *Ann Trop Med Parasitol.*, 87 (5) : 491-500.
- ANDERSON J., FUGLSANG H., HAMILTON P.J., MARSHALL T.F., 1974. Studies on onchocerciasis in the United Republic of Cameroon. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 68 : 190-222.
- ASONGANYI T., HENGY C., LOUIS J.P., GHOGOMU N.A., 1991. Reactivation of an old sleeping sickness focus in Mamfé (Cameroon) : epidemiological, immunological and parasitological findings. *Rev. Épidémiol. Sant. Publ.*, 39 : 55-62.
- ATANGANA S., CHARLOIS M., FOUMBI J., RIPERT C., SAMÉ-EKOBO A., 1980. Incidence des barrages sur la santé publique au Cameroun. *Afr. Méd.*, 19 (178) : 141-149.
- AUDIBERT M., 1981 a. *Projet de recherche sur le développement de la zone de Maga. Compte rendu de la seconde enquête socio-économique et médicale (novembre-décembre 1979)*. Aix-en-Provence, Centre d'économie de la santé, Faculté des sciences économiques.
- AUDIBERT M., 1981 b. *Projet de recherche sur le développement de la zone de Maga. Compte rendu de la troisième enquête socio-économique et médicale (février-avril 1981). Premiers résultats sur l'activité agricole*. Aix-en-Provence, Centre d'économie de la santé, Faculté des sciences économiques.
- AUDIBERT M., 1982. « La prévalence de la schistosomiase à *S. haematobium* dans le Mayo Danaï (Nord-Cameroun) ». In : *Rapport de la XIV^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac : 419-429.
- AUDIBERT M., JOSSERAN R., JOSSE R., ADJIDJI A., 1990. Irrigation, schistosomiasis, and malaria in the Logone Valley, Cameroon. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 42 : 550-560.
- AUDIBERT M., MATHONNAT J., NZEYIMANA I., HENRY M.C., 1999. « Rôle du capital humain dans l'efficiencia technique des producteurs de coton du nord de la Côte d'Ivoire ». In : *Congrès des IV^{es} Journées scientifiques Aupelf/Uref*, Ouagadougou, 14-15 janvier 1999.
- AULT S.K., 1983. Anthropological aspect of malaria control planning in Sri Lanka. *Med. Anthropol.*, 7 : 27-50.
- AWAHMUKALAH D.S.T., COLUZZI M., PETRARCA V., 1992. Osservazioni sul complesso *Anopheles gambiae* (Diptera : Culicidae) nel Cameroon occidentale. *Parasitologia*, 34 (1) : 18-19.
- BANQUE MONDIALE, 1989. *World Bank operational manual (Operational Directive 4.00, Annex A : Environmental*

- Assessment) Washington, DC, Banque mondiale.
- BETTERTON C., 1988. Schistosomiasis in Kano State, Nigeria. I. Human infection near dam site and the distribution and habitat preferences of potential snail intermediate hosts. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 82 : 561-570.
- BIRLEY M.H., 1989. *Guidelines for forecasting the vector-borne disease implications of water resource development projects*. Genève, OMS, doc. VBC/89.6 (non publié).
- BIRLEY M.H., 1993. *Lignes directrices permettant de prévoir les conséquences sanitaires des projets de développement des ressources en eau notamment les maladies transmises par vecteurs*. Genève, OMS, doc. WHO/CWS/91.3.
- BLANCHETEAU C., PICOT M., 1983. Le projet rizicole dans la plaine des M'bos (Cameroun). *Méd. Trop.*, 43 (2) : 171-176.
- BOCHE R., JAN C., LE NOC P., RAVISSE P., 1974. Enquête immunologique sur l'incidence des arbovirus dans la population pygmée de l'est du Cameroun (Région de Djoum). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 67 (2) : 126-140.
- BOS R., 1990. Water resources development policies, environmental management and human health. *Parasitology Today*, 6 (6) : 173-174.
- BOUCHITE B., BRENGUES J., TRAORE LAMIZANA M., EOUZAN J.P., FERRARA L., 1976. *Enquête entomologique préliminaire effectuée dans la région de Mbandjock du 21 au 30 avril 1976. Rapport n° 1. Onarest/IMPM/16/76*, 33 p.
- BOUCHITE B., BARBAZAN P., MAUCLÈRE P., MILLAN J., 1995. *Enquête entomo-épidémiologique sur deux cas mortels de fièvre jaune survenus dans la ville de Ngaoundéré (province de l'Adamaoua, Cameroun)*. Rapport technique, 19 p.
- BOYD M.F. (éd.), 1949. *Malariaology*. London, W.B. Saunders.
- BRADLEY D.J., 1974. « Water supplies : the consequences of change ». In : *Human Rights in Health*, CIBA Foundation Symposium 23, Excerpta Medica. Amsterdam, Elsevier.
- BRADLEY D.J., NARAYAN R., 1987. « Epidemiological patterns associated with agricultural activities in the tropics with special references to vector-borne diseases ». In : *Effects of agricultural development on vector-borne diseases*, proceedings of the 7th meeting WHO/FAO/Unep/PEEM (7-12 September 1987). Rome, FAO, doc. AGL/MISC/12/87.
- BRENGUES J., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., JOSEPH A., LEFRANÇOIS P., 1974. *Prospection entomologique sur les vecteurs de maladies tropicales et quelques aspects nutritionnels dans la plaine des M'bos (Cameroun)*. Orstom, n° 8-74/Ent., 33 p., doc. ronéo.
- BRENGUES J., HERVÉ J.P., HOUARD J.M., MOUCHET J., 1992. « Épidémiologie et manipulation des eaux de surface. Les conséquences sanitaires des manipulations des eaux de surface pour la culture de la canne à sucre et du riz en Afrique. Une remise en question de l'épidémiologie et de l'intervention médicale ». In : *Environnement et développement durable*. Paris, ministère de la Recherche et de la Technologie, service de l'information et de la communication, coll. « Populations et Paysages » : 16-18.
- BRÈS P., WILLIAMS M.C., CHAMBON L., 1966. Isolement au Sénégal d'un nouveau

- prototype d'arbovirus, la souche Tatuquine (IPD/A252) *Ann. Inst. Pasteur*, 111 : 585-591.
- BROTTESS H., RICKENBACH A., BRÈS P., SALAÜN J.J., FERRARA L., 1966. Les arbovirus au Cameroun. Isolements à partir de moustiques. *Bull. Org. Mond. Santé*, 35 : 585-591.
- BROTTESS H., RICKENBACH A., BRÈS P., WILLIAMS M.C., SALAÜN J.J., FERRARA L., 1969. Le virus Okola (YM 50/64), nouveau prototype d'arbovirus isolé au Cameroun à partir de moustiques. *Ann. Inst. Pasteur*, 116 (4) : 543-551.
- BRUCE CHWATT L.J., 1983. Paludisme et urbanisation. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 76 : 243-249.
- CAREY D.E., CAUSEY O.R., REDDY S., COOKE A.R., 1971. Dengue viruses from febrile patients in Nigeria, 1964-1968. *Lancet*, 1 : 105-106.
- CARNEVALE P., ROBERT V., 1987. « Introduction of irrigation in Burkina Faso and its effects on malaria transmission ». In : *Effects of agricultural development on vector-borne diseases*, proceedings of the 7th meeting WHO/FAO/Unep/PEEM (7-12 September 1987). Rome, FAO, doc. AGL/MISC/12/87 : 57-67.
- CARNEVALE P., LE GOFF G., TOTO J.C., ROBERT V., 1992. *An. nili* as the main vector of human malaria in villages of south Cameroon. *Med. Vet. Entomol.*, 6 : 135-138.
- CARNEVALE P., ROBERT V., LE GOFF G., FONDOJO E., MANGA L., AKOGBETO M., CHIPPAUX J.P., MOUCHET J., 1993. Données entomologiques sur le paludisme urbain en Afrique tropicale. *Cahiers Santé*, 3 (4) : 239-245.
- CARNEVALE P., GUILLET P., ROBERT V., FONTENILLE D., DOANNIO J., COOSEMANS M., MOUCHET J., 1999. Diversity of malaria in rice growing areas of the Afrotropical region. *Parasitologia*, 41 : 273-276.
- CARRIÉ J., COCHET M., 1981. *Rapport de mission effectuée par les services techniques de l'Oceac dans la région du site du barrage de Lagdo*. Yaoundé, Oceac, doc. n° 0528/Oceac/ST.
- CARRIN G., 1984. *Economic evaluation of health care in developing countries : theory and applications*. London/Sydney, Croom Helm.
- CHANDLER J.A., HIGHTON R.B., 1975. The succession of mosquito species in rice fields in Kisumu area of Kenya, and their possible control. *Bull. Ent. Res.*, 65 : 295-302.
- CHANDRE F., MANGUIN S., BRENGUES C., DOSSOU-YOVO J., DARRIET F., DIABATE A., CARNEVALE P., GUILLET P., 1999. Current distribution of a pyrethroid resistance gene (*kdr*) in *Anopheles gambiae* complex from West Africa and further evidence for reproductive isolation of the Mopti form. *Parasitologia*, 41 : 329-322.
- CHARMOT G., ROZE J.M., 1978. Paludisme de forêt et de savane dans l'Afrique de l'Ouest. *Bull. Soc. Géogr.*, 83 : 75-80.
- CHAUVET G., 1981. *Étude prospective sur les conséquences de la création d'un barrage réservoir (Magba, province de l'Ouest) sur les populations d'insectes vecteurs d'endémies humaines*. Centre Pasteur du Cameroun/Orstom, doc. n° 8/81/Ent. Méd., 10 p.
- CHAUVET G., BARBAZAN P., 1981. *Étude prospective sur les conséquences de la création du barrage de Lagdo sur les populations d'insectes vecteurs d'endémies humaines*. Centre Pasteur du Cameroun/Orstom, doc. n° 11/81/Ent. Méd., 23 p.

- CHIPPAUX J.P., AKOGBETTO M., 1991. « Le paludisme urbain lagunaire : enquête longitudinale à Cotonou ». In : *Le paludisme en Afrique de l'Ouest. Études entomologiques et épidémiologiques en zone rizicole et en milieu urbain*. Paris, Orstom, coll. Études et Thèses : 37-53.
- COCHET P., CARRIÉ J., 1982. *Rapport d'enquête sanitaire polyparasitaire effectuée dans la région du futur barrage réservoir de la Mapé*. Yaoundé, Oeac, 10 p.
- COLUZZI M., 1994. Malaria and the afro-tropical ecosystems. Impact of man-made environmental changes. *Parasitologia*, 36 : 223-227.
- COLUZZI M., SABATINI A., PETRARCA V., DI DECO M.A., 1979. Chromosomal differentiation and adaptation to human environment in the *Anopheles gambiae* complex. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 73 : 483-497.
- COOSEMANS M., 1985. Comparaison de l'endémie malarienne dans une zone de riziculture et dans une zone de culture du coton dans la plaine de la Rusizi, Burundi. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 65 : 135-158.
- COOSEMANS M., 1991. Développement d'une stratégie de lutte contre le paludisme dans une région rizicole au Burundi. *Bull. Mém. Acad. R. Méd. Belg.*, 146 (1-2) : 157-165.
- COOSEMANS M., BARUTWANAYO M., 1989. Malaria control by antivectorial measures in a zone of chloroquine-resistant malaria : a successful programme in a rice growing area the of Rusizi Valley. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 83 (suppl.) : 97-98.
- COOSEMANS M., MOUCHET J., 1990. Consequences of rural development on vectors and their control. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 70 : 5-23.
- CORDELLIER R., 1983. *Les vecteurs potentiels de fièvre jaune en saison des pluies. Enquête entomologique dans le nord du Cameroun (Maroua, Petté, Bogo, Mora), juillet 1983*. Rapport d'enquête OMS, doc. multigr.
- CORDELLIER R., 1984. *Les vecteurs potentiels de fièvre jaune en fin de saison des pluies. Enquête entomologique dans le nord du Cameroun (Maroua, Petté, Bogo, Mora), octobre 1984*. Rapport d'enquête OMS, doc. multigr.
- CORNET M., JAN C., COZ J., 1977. Place de l'homme dans les cycles épidémiologiques de la fièvre jaune en Afrique de l'Ouest. *Med. Trop.*, 37 : 265-268.
- COT M., LE HESRAN J.Y., MIAILHES P., COT S., HOUGARD J.M., FROMENT A., 1995. Indicateurs de santé dans la population d'un complexe agro-industriel du Sud-Cameroun. *Cahiers Santé*, 5 : 167-180.
- COUPRIÉ B., CLAUDOT Y., SAMÉ-EKOBO A., ISSOUFA H., LÉGER-DEBRUYNE M., TRIBOULEY J., RIPERT C., 1985. Étude épidémiologique du paludisme dans les régions rizicoles de Yaouga et de Maga (Nord-Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 78 (2) : 191-204.
- COVELL G., 1934. The present state of our knowledge regarding the transmission of malaria by different species of anopheline mosquitoes. *Rec. Mal. Surv. Ind.*, 2 : 1-48.
- DEOM J., 1982. *Water resources development and health : a selected bibliography*. Geneva, WHO, doc. WHO/PDP/82.2.
- DESCHIENS R., 1970. Les lacs de retenue des grands barrages dans les régions chaudes et tropicales : leur incidence

- sur les endémies parasitaires. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 63 : 35-61.
- DESCHIENS R., DELAS A., POIRIERS A., NGALLÉ-EDIMO S., 1968. La répartition géographique des bilharzioses humaines au Cameroun. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 61 : 222-223.
- DIAW O.T., VASSILIADIS G., SEYE M., SARR Y., 1990. Prolifération de mollusques et incidence sur les trématodoses dans la région du Delta et du lac de Guiers après la construction du barrage de Dïama sur le fleuve Sénégal. *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 43 : 499-502.
- DIGOUTTE J.P., 1999. Une arbovirose d'actualité : la fièvre jaune. Son histoire naturelle face à une fièvre hémorragique, la fièvre de la vallée du Rift. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 92 (5) : 343-348.
- DOSSOU-YOVO J., DOANNIO J., RIVIÈRE F., DUVAL J., 1994. Rice cultivation and malaria transmission in Bouaké city (Côte d'Ivoire). *Acta Tropica*, 57 : 91-94.
- DOSSOU-YOVO J., DOANNIO J.M.C., DIARRASSOUBA S., CHAUVANCY G., 1998. Impact d'aménagements de rizières sur la transmission du paludisme dans la ville de Bouaké, Côte d'Ivoire. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 91 (4) : 1-7.
- DOSSOU-YOVO J., DIARRASSOUBA S., CHANDRE F., CARNEVALE P., 1999. « Influence of rice cultivation on malaria transmission in Savanna area of northern Côte d'Ivoire ». In : *XIIth European Meeting, Society for Vector Ecology*, Wageningen, 6-11 Sept. 1999.
- DOUMENGE J.P., 1992. « Aménagements hydro-agricoles et santé : peut-on concilier les deux ? ». In BLANC-PAMARD C. (éd.) : *Dynamique des systèmes agraires : la santé en société. Regards et remèdes*. Paris, Orstom, coll. Colloques et Séminaires : 213-224.
- DOUMENGE J. P *et al.*, 1987. *Ceget/WHO atlas of the global distribution of schistosomiasis*. Bordeaux, Presses universitaires de Bordeaux.
- ENYONG P.A., SAMÉ-EKOBO A., FOUMBI J., KOUAMOUO J., MOYOU S.R., 1984. « Risque d'implantation de la trypanosomiase humaine dans un complexe agro-industriel : Hévécam-Cameroun ». In : *Rapport de la XV^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac : 104-108.
- ÉOUZAN J.P., 1980. Déplacements de populations et trypanosomiasés humaines en Afrique centrale. *Insect Sci. Appl.*, 1 : 99-103.
- ÉOUZAN J.P., FERRARA L., 1975. *Enquête sur les glossines du foyer de trypanosomiase de Bafia*. Convention Oceac/Orstom, rapport n° 12-75/Ent.
- EYCKMANS L., 1983. Maladies parasitaires intestinales en milieu urbain tropical. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 76 : 263-368.
- FAGBAMI A.H., MONATH T.P., FABIYI A., 1977. Dengue virus infections in Nigeria : a survey of antibodies in monkeys and humans. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 71 (1) : 60-65.
- FAO, 1984. *L'aménagement de l'environnement pour la lutte antivectorielle dans la riziculture*. Rome, FAO, Irrigation et Drainage, 41, 152 p.
- FAO, 1987. *Effects of agricultural development on vector-borne diseases*. Proceedings of the 7th meeting WHO/FAO/Unep/PEEM (7-12 September 1987). Rome, FAO, doc. AGL/MISC/12/87.
- FAYE O., GAYE O., HERVÉ J.P., DIACK P.A., DIALLO S., 1993. Le paludisme en zone

- sahélienne du Sénégal. 2. Indices parasitaires. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 73 : 31-36.
- FAYE O., FONTENILLE D., GAYE O., SY N., MOLEZ J.F., KONATE L., HÉBRARD G., HERVÉ J.P., TROUILLET J., DIALLO S. *et al.*, 1995. Paludisme et riziculture dans le delta du fleuve Sénégal (Sénégal). *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 75 (3) : 179-189.
- FINELLE P., 1980. Répercussion des programmes d'aménagement hydraulique et rural sur l'épidémiologie et l'épizootie des trypanosomiasés. *Insect Sci. Appl.*, 1 : 95-98.
- FINELLE P., ITARD J., YVORE P., LACOTTE R., 1963. Répartition des glossines en RCA, état actuel des connaissances. *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 16 (3) : 337-348.
- FINKELMAN J., ARATA A.A., 1987. « Vector-borne diseases associated with development projects ». In : *Selected working papers for third, fourth, fifth and sixth PEEM Meeting*. Geneva, WHO, secrétariat du TEAE.
- FONDJO E., 1996. *Étude du comportement du complexe An. gambiae et de la transmission du paludisme dans deux faciès écoclimatiques au Mali et au Cameroun*. Thèse 3^e cycle, univ. Bamako, 93 p.
- FONDJO E., ROBERT V., LE GOFF G., TOTO J.C., CARNEVALE P., 1992. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 2. Étude entomologique dans deux quartiers peu urbanisés. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 85 (1) : 57-63.
- FONDJO E., PATCHOKÉ S., ATANGANA J., DJOUAKA R., KOLLO B., 1999. *Le paludisme dans la région de Maga (Province de l'Extrême-Nord du Cameroun)*. 1. Étude entomologique de la transmission dans quatre villages. Yaoundé, ministère de la Santé publique, 12 p.
- GARIOU J., GAMET A., LANDON A., 1961. De l'incidence de la création de plans d'eau artificiels sur l'apparition d'un foyer de schistosomiase intestinale à Yaoundé. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 54 : 1053-1058.
- GATEFF C., LEMARINIER G., LABUSQUIÈRE R., NEBOUT M., 1971. Influence de la bilharziose vésicale sur la rentabilité économique d'une population adulte jeune du Cameroun. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 51 : 309-324.
- GAYE O., FAYE O., BAH I.B., DIALLO S., DIOUF M., NDIAYE P., NDIAYE A.A., TRAPE J.F., 1991. Évolution de la chloroquinorésistance en zone urbaine. Résultats d'enquêtes menées à Dakar et Pikine. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 71 : 329-330.
- GAYRAL P.H., CAVIER R., 1971. Données entomologiques et écologiques actuelles sur les vecteurs de la fièvre jaune en Afrique de l'Ouest. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 64 : 701-708.
- GAZIN P., ROBERT V., CARNEVALE P., 1987. Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). 2. Les indices paludologiques. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 25 (1) : 27-31.
- GENEVOIS Y., EOULAN J.P., FERRARA L., 1973. « Glossines et trypanosomiase dans l'estuaire du Wouri ». In : *Rapport de la VIII^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac : 199-203.
- GERMAIN M., 1981. *Enquête dans le nord du Cameroun relative à des cas d'ictère grave avec suspicion de fièvre jaune. Janvier 1981*. Rapport d'enquête OMS, doc. multigr.

- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., 1969. *Rapport sur une tournée de prospection entomologique effectuée dans le nord du Cameroun occidental en avril 1969, et projet d'étude portant sur le cycle annuel d'abondance et le comportement d'Aedes africanus Theobald dans une région d'altitude*. Yaoundé, Orstom, 8 p., doc. ronéo.
- GERMAIN M., MILLAN J., ÉOUZAN J. P., MARTEL A., 1970. « Surveillance de la fièvre jaune au Cameroun : premiers résultats concernant une enquête menée dans le nord du Cameroun occidental ». In : *Rapport final de la V^e Conférence de l'Oceac (4-7 mars 1970)*. Yaoundé, Oceac : 437-446.
- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., BUTTON J.P., 1971. « Données sur le comportement et l'écologie d'Aedes africanus Theobald dans le nord du Cameroun occidental ». In : *Conférence Fièvre jaune, Bobo-Dioulasso, 20-23 mars 1971*, 11 p.
- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., 1972. Données sur les facultés de dispersion de deux diptères d'intérêt médical : *Aedes africanus* Theo. et *Simulium damnosum* Theo. dans le domaine montagnard du Cameroun occidental. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 10 (4) : 291-300.
- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., BUTTON J.P., 1972. Observations sur l'écologie et le comportement particulier d'Aedes africanus (Theobald) dans le nord du Cameroun occidental. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 10 (2) : 119-126.
- GERMAIN M., ÉOUZAN J.P., FERRARA L., BUTTON J.P., 1973. Données complémentaires sur le comportement et l'écologie d'Aedes africanus Theobald dans le nord du Cameroun occidental. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 10 (2) : 127-146.
- GIODA A., 1992. Les mêmes causes ne produisent pas les mêmes effets. Travaux hydrauliques, santé et développement. *Synthèse Sécheresse*, 3 : 227-234.
- GOONASEKERE K.G.A., AMERASINGHE F.P., 1988. « Planning, design, and operation of rice irrigation schemes, their impact on mosquito-borne diseases ». In *IRRI/PEEM* : 41-50.
- GRATZ N.G., 1988. « The impact of rice production on vector-borne disease problems in developing countries ». In *IRRI/PEEM*.
- GRATZ N.G., KNUDSEN B., 1996. *The rise and spread of Dengue, Dengue haemorrhagic fever and its vectors. A historical review (up to 1995/1996)*. WHO, CTD/FIC (DEN), 96 (7), 197 p.
- GRUVEL J., TRONCY P.M., TIBAYRENC R., 1970. Contribution à la connaissance de la distribution des glossines au Nord-Cameroun. *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 23 (1) : 83-91.
- GUBLER D.J., SATHER G.E., KONO G., CABRAL J.R., 1986. Dengue 3 virus transmission in Africa. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 35 (6) : 1280-1284.
- HANDSCHUMACHER P., DORSINVILLE R., DIAW O.T., HÉBRARD G., NIANG M., HERVÉ J.P. 1992. « Contraintes climatiques et aménagements hydrauliques à propos de l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll (Sénégal) ». In BESANCENOT J.P. (éd.) : *Risques pathologiques, rythmes et paroxysmes climatiques*. Paris, John Libbey : 287-295.
- HANDSCHUMACHER P., HÉBRARD G., HERVÉ J.P., TALLA I., 1997. « L'infestation différentielle des femmes et des hommes par la

- bilharziose intestinale à Richard-Toll (Sénégal) : un reflet des équipements ou des pratiques de l'espace ? ». In BISILLIAT J. (éd.): *Face aux changements, les femmes du Sud*. Paris, L'Harmattan : 345-367.
- HAUMONT G., GUY M., VILLARD H., LUCCHESI F., CABANNES A., TRIBOULET-DURET J., SAMÉ-ÉKOBO A., RIPERT C., 1992. Maladies parasitaires des riverains et construction d'un barrage sur la rivière Kadéi au Cameroun. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 131 : 43-55
- HEYMAN D.L., 1980. *Rapport initial d'une enquête sur la fièvre jaune au nord du Cameroun (Petté, juin 1980)*. Yaoundé, OCEAC, service épidémiologique, doc. multigr.
- HILL R.C., CAMBOURNAC F.J.C., 1941. Intermittent irrigation in rice cultivation and its effect on field water consumption and *Anopheles* production. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 80 : 649-652.
- HUANG Y.M., 1986. *Aedes (stegomyia) bromeliae* (Diptera : Culicidae), the yellow fever virus vector in East Africa. *J. Med. Entomol.*, 23 : 196-200.
- HUNTER J.M., REY L., SCOTT D., 1982. Man-made lakes and man-made diseases: towards a policy resolution. *Social Sci. Med.*, 16 : 1127-1145.
- HUNTER J.M., REY L., CHU K.Y., ADEKOLU-JOHN E.O., MOTT K.E., 1993. *Parasitic diseases in water resources development. The need for intersectorial negotiation*. Geneva, WHO, 152 p.
- HUNTER J.M., REY L., CHU K.Y., ADEKOLU-JOHN E.O., MOTT K.E., 1994. *Parasitoses et mise en valeur des ressources hydriques. Un impératif: la négociation intersectorielle*. Genève, OMS.
- IRRI/PEEM, 1988. *Vector-borne diseases control in humans through rice agroecosystem management. Proceedings of the workshop on Research and training needs in the field of integrated vector-borne diseases control in riceland agroecosystems of developing countries, IRRI-WHO/FAO/Unep Panel of Experts on Environmental Management for vector control*. IRRI/PEEM, 237 p.
- JAMISON D.T., MOSLEY W.H., MEASHAM A.R., BODADILLA J.L., 1993. *Disease control priorities in developing countries*. Oxford, Oxford University Press.
- JOSSE R., JOSSERAN R., AUDIBERT M., MERLIN M., COMBE A., SAUNERON M.F., ADJIDJI S., MONDET B., LE HESRAN J.Y., KOUKA-BEMBA D., TRIBOULET J., RIPERT C., 1987. Paludométrie et variations saisonnières du paludisme dans la région du projet rizicole de Maga (Nord-Cameroun) et dans la région limitrophe. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, n° spécial : 63-71.
- KASSAPU S.N., 1978. Les conséquences sur la santé publique de l'aménagement des cours d'eau. *Horus*, 6.
- KIKER C.C., KNIPE F.W., 1949. « Management of water to reduce anopheline breeding ». In BOYD M.F. (éd.): *Malariaology*. London, W.B. Saunders : 1312-1388.
- KOLLO B., FONDO E., MVAÏWA M., PATCHOKÉ S., WAKAM B. K., SALI O., 1999. *Le paludisme dans la région de Maga (Province de l'Extrême-Nord du Cameroun)*. 2. *Étude parasitologique et clinique dans quatre villages*. Yaoundé, ministère de la Santé publique, 11 p.
- LACEY L.A., LACEY C.M., 1990. The medical importance of riceland mosquitoes and their control using alternatives to chemical insecticides. *J. Amer. Mosq. Contr. Assoc.*, 6 : 1-93.

- LANGUILLON J., MOUCHET J., RIVOLA E., RATEAU J., 1956. Contribution à l'étude de l'épidémiologie du paludisme dans la région forestière du Cameroun : paludométrie, espèces plasmodiales, anophélisme, transmission. *Méd. Trop.*, 16 : 347-349.
- LAVENTURE S., MOUCHET J., BLANCHY S., MARRAMA L., RABARISON P., ANDRIANAIVOLAMBO L., RAYAONARIVÉLO E., RAKOTOAROVY I., ROUX J., 1996. Le riz source de vie et de mort sur les plateaux de Madagascar. *Cahiers Santé*, 6 : 79-86.
- LE BRAS M., SOUBIRAN G., BARAZE A. *et al.*, 1986. Paludisme urbain et rural au Niger. Le cas du département de Maradi. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 79 : 695-706.
- LE BRAS J., RINGWALD P., 1989. La chimio-sensibilité de *P. falciparum* en Afrique. *Méd. Trop.*, 50 : 11-16.
- LE BRAS J., HATIN I., BOURRÉE P. *et al.*, 1990. Évolution de la chimiosensibilité de *Plasmodium falciparum* à la chloroquine et à la méfloquine au Bénin entre 1980 et 1990. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 83 : 320-329.
- LE GONIDEC G., RICKENBACH A., ROBIN Y., HEME G., 1978. Isolement d'une souche de virus Mokola au Cameroun. *Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur)*, 129 (a) : 245-249.
- LEPINIEC L., DALGARNO L., HUONG U.T.Q., MONATH T.P., DIGOUTTE J.P., DEUBEL V., 1994. Geographic distribution and evolution of yellow fever viruses based on direct sequencing of genomic DNA fragments. *J. Gen. Virol.*, 75 : 417-423.
- LIPTON M., DE KADT E., 1988. *Agriculture-Health Linkages*. Geneva, WHO, Offset Publication, 104.
- LOCHOUARN L., ESCAFFRE E., HOUGARD J.M., KENFACK F.X., 1987. *Lutte contre les simulies sur le cours inférieur de la Sanaga (Cameroun), au niveau du barrage de Songloulou*. Yaoundé, Orstom/Centre Pasteur, 7, 10 p.
- LOUÉ P., ANDELA A., CARNEVALE P., 1989. Étude de la morbidité palustre au Centre de Prévention maternelle et infantile de l'Hôpital central, Yaoundé, Cameroun (observation d'un échantillon de 903 enfants). *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 69 : 191-208.
- MAC INTOSH B.M., 1975. Mosquitoes as vectors of viruses in southern Africa. *Dept. Agric. Techn. Serv. Ent. Memoir*, 43 : 19 p.
- MANGA L., ROBERT V., MESSI J., DESFONTAINE M., CARNEVALE P., 1991. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 1. Étude entomologique dans deux quartiers centraux. *Mém. Soc. R. Belg. Ent.*, 35 : 386-391.
- MANGA L., ROBERT V., MESSI J., DESFONTAINE M., CARNEVALE P., 1992. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 1. Étude entomologique de la transmission dans deux quartiers centraux. *Mém. Soc. R. Belg. Ent.*, 35 : 155-162.
- MANGA L., FONDJO E., CARNEVALE P., ROBERT V., 1993. Importance of low dispersion of *Anopheles gambiae* (Diptera : Culicidae) on malaria transmission in hilly towns in South Cameroon. *J. Med. Ent.*, 30 : 936-938.
- MARCEAU C., COUPRIÉ B., COMBE A., SAMÉ-EKOBO A., TRIBOULEY J., PUEL V., PIQUEMAL A., RIPERT C., 1986. Épidémiologie des filarioses (onchocercose et bancroftose) dans la région de Tala Mokolo (Monts Mandara, Nord-Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 79 : 755-765.

- MARRAMA L., RAJOANARIVÉLO E., LAVENTURE S., RABARISON P., 1995. *Anopheles funestus* et la riziculture sur les plateaux de Madagascar. *Cahiers Santé*, 5 (6) : 415-419.
- MATHER T.H., THAT T.T., YOSHIDA T., TSUTSUI H., 1984. *Environmental management for vector control in rice fields*. Roma, FAO, Irrig. Drain. Pap., 41, 152 p.
- MERLIN M.N., JOSSE R., 1985. *Rapport d'enquête sérologique polyvalente par sondage menée dans le département du Mayo Sava*. Yaoundé, OCEAC, service d'épidémiologie et de statistique, doc. n° 564/OCEAC/SES.
- MILLAN J., GERMAIN M., GARCIN H., RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1971. « Enquête sérologique sur l'incidence de certains arbovirus chez divers animaux domestiques et sauvages au Cameroun ». In : *Rapport final de la VI^e Conférence technique de l'Oceac (Yaoundé, 10-13 mars 1971)*. Yaoundé, Oceac : 173-183.
- MILLAN J., RAVISSE P., RICKENBACH A., GERMAIN M., EOUZAN J.P., BOCHE R., 1971. « Surveillance épidémiologique de la fièvre jaune au Cameroun ». In : *Rapport final de la VI^e Conférence technique de l'Oceac (Yaoundé, 10-13 mars 1971)*. Yaoundé, Oceac : 137-144.
- MILLAN J., GERMAIN M., MARTEL A., 1971. « Enquête sérologique humaine sur la présence d'anticorps anti-arbovirus dans le nord du Cameroun occidental ». In : *Rapport final de la VI^e Conférence technique de l'Oceac (Yaoundé, 10-13 mars 1971)*. Yaoundé, Oceac : 153-163.
- MILLAN J., LAMBERTON A., 1971. « Enquête sérologique humaine pour la fièvre jaune dans les régions de Bertoua et de Batouri ». In : *Rapport final de la VI^e Conférence technique de l'Oceac (Yaoundé, 10-13 mars 1971)*. Yaoundé, Oceac : 164-172.
- MONATH T.P., WILSON D.C., STROH G., LEE V.H., SMITH E.A., 1973. The 1970 yellow fever epidemic in Okwoga district, Benue Plateau State, Nigeria. 2. Immunity survey to determine geographic limit and origin of the epidemic. *Bull. Wld Hlth. Org.*, 48 : 123-128.
- MOUCHET J., 1998. « L'Homme, enfant terrible de l'évolution ». In BRENGUES J., HERVÉ J.P. (éd.) : *Aménagements hydroagricoles et santé*. Paris, Orstom, coll. Colloques et Séminaires, 313 p.
- MOUCHET J., GARIOU J., 1960. Anophélisme et paludisme dans le département Bamiléké (Cameroun). *Rech. Ét. Cameroun.*, 1 : 92-114.
- MOUCHET J., GARIOU J., 1966. Notice de la carte de répartition des glossines au Cameroun oriental. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 4 (6) : 83-85.
- MOUCHET J., BRENGUES J., 1990. Les interfaces agriculture-santé dans les domaines de l'épidémiologie des maladies à vecteurs et de la lutte antivectorielle. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 83 (3) : 376-393.
- MOUCHET J., CARNEVALE P., 1997. Impact des transformations de l'environnement sur les maladies à transmission vectorielle. *Cahiers Santé*, 7 : 263-269.
- MUKTANA T.K., MWANGI R.W., 1989. Seasonal population changes and malaria transmission potential of *Anopheles pharoensis* and the minor anopheline in Mwea Irrigation Scheme, Kenya. *Acta Tropica*, 46 (3) : 181-189.
- MULUMBA M.P., WERY M., NGIMBI N.N., PALUKU K., VAN DER STUYFT P., MUYNCK A.,

1990. Le paludisme de l'enfant à Kinshasa (Zaïre). Influence des saisons, de l'âge, de l'environnement et du standing familial. *Méd. Trop.*, 50 (1) : 53-64.
- NAJERA J.A., 1988. « Malaria and rice : strategies for control ». In IRRRI/PEEM : 123-132.
- NGAM A.G., 1983. *Rôle des protozoaires intestinaux dans les diarrhées intestinales à l'Ouest-Cameroun. Analyse des facteurs favorisant la contamination.* Thèse médecine, CUSS, Yaoundé.
- NGASSAM J.P., MONDET B., 1985. *Enquêtes entomologiques sur les vecteurs de trypanosomiase humaine au Cameroun. III. Région de Mamfé (province du Sud-Ouest).* Orstom/Centre Pasteur du Cameroun, doc. n° 10/Ent. Méd., 10 p.
- NJAN NLONGA A., ROBERT V., TOTO J.C., CARNEVALE P., 1993. *Anopheles moucheti*, vecteur du paludisme au sud du Cameroun. *Bull. Liais. Doc. OCEAC*, 26 (2) : 63-67.
- OMS, 1980. *La lutte antivectorielle par l'aménagement de l'environnement.* Genève, OMS, Série de rapports techniques, n° 649.
- OMS, 1983. *Integrated Vector Control.* Genève, OMS, Technical Report Series n° 668.
- OMS, 1985. *Manuel de l'aménagement de l'environnement en vue de la démoustication, eu égard plus spécialement aux vecteurs de paludisme.* Genève, OMS, publication offset 66.
- OMS, 1987. *Action intersectorielle en faveur de la santé. Le rôle de la coopération intersectorielle dans les stratégies nationales de la santé pour tous.* Genève, OMS.
- OMS, 1992 a. *Health and the Environment : a Global Challenge.* WHO Commission on Health and Environment. *Bull. Wld Hlth Org.*, 70 : 409-413.
- OMS, 1992 b. *Notre planète, notre santé.* Genève, OMS, Rapport de la Commission Santé et Environnement.
- OMS, 1997. *Health and Environment in sustainable development. Five years after the Earth Summit.* Geneva, WHO, 245 p.
- OOMEN J.M.V., DE WOLF J., JOBIN W.R., 1990. *Health and Irrigation. Incorporation of disease control measures in irrigation, a multi faceted task in design, construction, operation.* ILRI publications, 45, 304 p.
- OWONA ESSOMBA R., 1988. Trypanosomiase humaine au Cameroun, 1987. *Bull. Liais. Doc. Oceac*, 87 : 7-9.
- PABOT DU CHATELARD P., STEVENY J., AURENCHES C., 1978. « Enquête sur l'onchocercose dans le Margui-Wandala (Nord-Cameroun) ». In : *Rapport final de la Conférence technique de l'Oceac.* Yaoundé, Oceac, 12 : 246-262.
- PAINÉ E.O. (éd.), 1983. *Major riceland mosquitoes : an annotated bibliography.* Texas A & M University Research Foundation, 252 p.
- PANT C., 1987. Vector-borne diseases of man and their socio-economic impact. *Insect Sci. Appl.*, 8 (4-5-6) : 655-664.
- PANT C., GRATZ N.G., 1979. Malaria and agricultural development. *Outlook Agric.*, 10 : 111-115.
- PARIS F., 1992. « De l'onchocercose à la "géo-oncho-graphie" ». In BLANCPAMARD C. (éd.) : *Dynamique des systèmes agraires. La santé en société : regards et remèdes.* Paris, Orstom : 59-85.

- PARIS F., LEMASSON J.J., 1987. *Système d'occupation de l'espace et épidémiologie de l'onchocercose. Étude du contact entre l'homme et le vecteur Simulium damnosum en zone de savane soudanienne du Nord-Cameroun. 1. Le volet entomologique : premiers résultats commentés des enquêtes 1986. Rapport MESRES/ISH/Orstom/Oceac/CPC*, 67 p.
- PENCHENIER L., 1996. Historique et évolution de la maladie du sommeil au Cameroun. *Bull. Liais. Doc. Oceac*, 29 (3) : 23-36.
- PETR T., 1978. Tropical man-made lakes : Their ecological impact. *Arch. Hydrobiol.*, 81 (3) : 368-385.
- PHILIPPON B., MOUCHET J., 1976. *Répercussion des aménagements hydrauliques à usage agricole sur l'épidémiologie des maladies à vecteurs en Afrique intertropicale*. Paris, Cahiers du CENECA coll. Intern., doc. 3.12.13, 14 p.
- PHILLIPS M., MILLS A., DYE C., 1993. *Guidelines for cost-effectiveness analysis of vector control*. PEEM Guidelines series 3, 192 p.
- POIRIER A., GERMAIN M., RICKENBACH A., EOUZAN J.P., 1969. Recherches sur le réservoir animal d'arbovirus dans une région forestière du Cameroun. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 62 (1) : 63-72.
- PONTABRY P., WEBER J., 1970. *Contribution à l'étude des problèmes économiques de la santé au Nord-Cameroun*. Université de Grenoble 2 (BP Économie)/Irep, 147 p.
- PROST A., PRESSCOTT N.M., 1984. Cost-Effectiveness of Blindness Prevention by the Onchocerciasis Control Programme in Upper Volta. *Bull. Wld Hlth Org.*, 62 (5) : 795-802.
- QUÉLÉNNEC G., SIMONKOVITCH E., OVAZZA M., 1968. Recherche d'un type de déversoir de barrage défavorable à l'implantation de *Simulium damnosum* (Diptera, Simuliidae). *Bull. OMS*, 38 : 943-956.
- RICKENBACH A., GERMAIN M., EOUZAN J.P., POIRIER A., 1969. Recherches sur l'épidémiologie des arboviroses dans une région forestière du Sud-Cameroun. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 62 (2) : 266-276.
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1971. *Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun. I. Région Centre-Sud-Ouest. 2 p. II. Région Centre-Sud et région littorale, 2 p. III. Région Centre-Sud (suite), 2 p.*
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1972. *Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun. IV. Région Nord, 7 p. V. Douala (1^{re} partie), 3 p.*
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1973. *Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun. VII. Douala, région Ouest (2^e partie), 5 p. VIII. Douala, région Centre-Sud (3^e partie) et région Sud-Ouest, 4 p.*
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., LOMBRICI G., 1974. *Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun. VII. Région Centre-Sud (3^e partie) et région Sud-Ouest, 2 p.*
- RICKENBACH A., LE GONIDEZ G., RAVISSE P., 1976. L'incidence des arbovirus isolés de moustiques dans une région forestière du Sud-Cameroun, la région de Yaoundé. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 69 (4) : 372-381.
- RICKENBACH A., BUTTON J.P., 1977. Enquête sur les vecteurs potentiels de fièvre jaune au Cameroun. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 15 (1) : 93-103.
- RIPERT C., RIEDEL D., YANG R., FOUA ONANA A., ZIMFLOU I.A., 1977. Étude épidémiologique de l'onchocercose dans cinq vil-

- lages de la vallée de la Sanaga (Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 70 : 178-186.
- RIPERT C., DURAND B., CARRIÉ J., RIEDEL D., BRAYZOUA D., 1978. Étude épidémiologique des nématodoses intestinales (ascaridiose, trichocéphalose, nécatose) dans cinq villages de la vallée de la Sanaga (Cameroun). Résultats du traitement de masse des populations par le pamoate de pyrantel. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 71 : 361-369.
- RIPERT C., SAMÉ-EKOBO A., PALMER D., PETER ENYONG, 1979. Évaluation des répercussions sur les endémies parasitaires (malaria, schistosomiose, onchocercose, dracunculose) de la construction de 57 barrages dans les Monts Mandara (Nord-Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 72 : 324-339.
- RIPERT C., SAMÉ-EKOBO A., ROCHE B., COUPRIÉ B., 1987. *Les foyers de dracunculose des Monts Mandara. Distribution géographique, physionomie des sites de transmission et techniques d'éradication*. Yaoundé, Institut de recherches médicales et d'études des plantes médicinales, Cahiers de l'IMPM, 4-5.
- RIPERT C., SAMÉ-EKOBO A., TRIBOULEY J., BECKER M., SOLLE J., KOUINCHE A., HAUMONT M., RACCURT C., 1991 a. Étude épidémiologique du paludisme dans la région du futur lac de retenue de Bini (Adamaoua), Cameroun. *Bull. Liais. Doc. Océac*, 97 : 40-44.
- RIPERT C., SAMÉ-EKOBO A., TRIBOULEY J., BECKER M., SOLLE J., KOUINCHE A., HAUMONT M., RACCURT C., 1991 b. Étude épidémiologique de la bilharziose intestinale et de la nécatose dans la région du futur lac de retenue de Bini (Adamaoua), Cameroun. *Bull. Liais. Doc. Océac*, 97 : 62-66.
- ROBERT C.F., 1997. *Les schistosomioses dans les populations riveraines du lac de Lagdo au Cameroun : importance pour la santé publique*. Thèse Médecine, n° 9858, Genève.
- ROBERT C.F., BOUVIER S., ROUGEMANT A., 1989. Epidemiology, anthropology and health education. *World Health Forum*, 10 (3-4).
- ROBERT V., GAZIN P., BOUDIN C., MOLEZ J.F., QUEDRAOGO V., CARNEVALE P., 1985. La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 65 (2) : 201-214.
- ROBERT V., GAZIN P., QUEDRAOGO V., CARNEVALE P., 1986. Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : Étude entomologique de la transmission. *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 24 (2) : 121-128.
- ROBERT V., PETRARCA V., CARNEVALE P., COLUZZI M., 1986. « Le particularisme de la transmission du paludisme dans la zone rizicole de la Vallée du Kou (Burkina Faso). L'apport de l'étude cytogénétique des vecteurs à l'épidémiologie ». In : 14th National Congress Soc. Ital. Paras., Pisa, 21-24 May 1986.
- ROBERT V., OUARI B., QUEDRAOGO V., CARNEVALE P., 1988. Étude écologique des *Culicidae* adultes et larvaires dans une rizière en Vallée du Kou, Burkina Faso. *Acta Tropica*, 45 : 351-359.
- ROBERT V., GAZIN P., CARNEVALE P., 1989. « De la difficulté de prévoir les répercussions sanitaires des aménagements hydroagricoles : le cas du paludisme dans la rizière de la Vallée du Kou ». In EL DIN M., MILLEVILLE P. (éd.) : *Le risque en agriculture*. Paris, Orstom, coll. À travers champs : 541-543.

- ROBERT V., OUEDRAOGO V., CARNEVALE P., 1991. « La transmission du paludisme humain dans un village du centre de la rizière de la Vallée du Kou, Burkina Faso ». In : *Le paludisme en Afrique de l'Ouest. Études entomologiques et épidémiologiques en zone rizicole et en milieu urbain*. Paris, Orstom, coll. Études et Thèses : 5-16.
- ROBERT V., PETRARCA V., CARNEVALE P., COLUZZI M., 1991. « Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso. Étude chromosomique du complexe *Anopheles gambiae* ». In : *Le paludisme en Afrique de l'Ouest. Études entomologiques et épidémiologiques en zone rizicole et en milieu urbain*. Paris, Orstom, coll. Études et Thèses : 77-85.
- ROBERT V., PETRARCA V., COLUZZI M., BOUDIN C., CARNEVALE P., 1991. « Étude des taux de parturité et d'infection du complexe *Anopheles gambiae* dans la rizière de la Vallée du Kou, Burkina Faso ». In : *Le paludisme en Afrique de l'Ouest. Études entomologiques et épidémiologiques en zone rizicole et en milieu urbain*. Paris, Orstom, coll. Études et Thèses : 17-35.
- ROBERT V., VAN DEN BROEK A., STEVENS P., SLOOTWEG R., PETRARCA V., COLUZZI M., LE GOFF G., DI DECO M.A., CARNEVALE P., 1992. Mosquitoes and malaria transmission in irrigated rice-fields in the Bénoué Valley of northern Cameroon. *Acta Tropica*, 52 : 201-204.
- ROBERT V., LE GOFF G., TOTO J.C., MULDER L., FONDJO E., MANGA L., CARNEVALE P., 1993. Anthropophilic mosquitoes and malaria transmission at Edea, Cameroon. *Trop. Med. Parasitol.*, 44 : 14-18.
- ROBERT V., PETRARCA V., LE GOFF G., MANGA L., 1993. Quelques données cytogénétiques sur le complexe *Anopheles gambiae* au Sud-Cameroun. *Bull. Liais. Doc. Océac*, 26 : 99-101.
- ROBERTS R.H., STARK P.M., MEISCH M.V., 1984. Aerosol evaluation of selected adulticides against colonized and field strains of mosquitoes. *J. Am. Mosq. Ctr. Assoc.*, 44 : 528-533
- ROCHE B., RIPERT C., HAMIDOU ISSOUFA, SAMÉ-ÉKOBO A., 1987. Bilan de cinq années de prospections sur les principales affections parasitaires des Monts Mandara (Nord-Cameroun) en rapport avec la construction des barrages et l'aménagement des puits. *Annales Universitaires des Sciences de la Santé (Yaoundé)*, 4 (2) : 424-433.
- ROSENFELD P.L., 1979. *Management of Schistosomiasis*. Baltimore (Maryland), John Hopkins University Press.
- ROSSI P., BELLI A., MANCINI L., SABATINELLI G., 1986. Enquête entomologique longitudinale sur la transmission du paludisme à Ouagadougou (Burkina Faso). *Parasitologia*, 28 : 1-15.
- ROUSSEAU L., 1928. Recherche sur l'endémie paludéenne à Douala (Cameroun) en 1917. *Bull. Path. Exot.*, 11 : 286-291.
- SABATINELLI G., LAMIZANA L., 1989. « Le paludisme dans la ville de Ouagadougou (Burkina Faso) ». In SALEM G., JEANNÉE E. (éd.) : *Urbanisation et santé dans le Tiers Monde : transition épidémiologique, changement social et soins de santé primaires*. Paris, Orstom, coll. Colloques et Séminaires : 187-193.
- SALAÜN J.J., BROTTES H., 1967. Les arbovirus au Cameroun. Enquête sérologique. *Bull. Org. Mond. Santé*, 37 : 343-361.
- SALAÜN J.J., BROTTES H., BRÈS P., 1968. Arbovirus isolés au Cameroun à partir

- de fièvres exanthématiques. Note préliminaire à propos de souches. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 61 (3) : 301-309.
- SALAÜN J.J., RICKENBACH A., BRÈS P., GERMAIN M., EOUZAN J.P., FERRARA L., 1968. Isolement au Cameroun de trois souches de virus Tataguine. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 61 (4) : 557-564.
- SALAÜN J.J., RICKENBACH A., BRÈS P., BROTTES H., GERMAIN M., EOUZAN J.P., FERRARA L., 1969 a. Les arbovirus isolés à partir de moustiques au Cameroun. *Bull. Org. Mond. Santé*, 41 : 233-241.
- SALAÜN J.J., RICKENBACH A., BRÈS P., BROTTES H., GERMAIN M., EOUZAN J.P., FERRARA L., 1969 b. Le virus Nkolbisson (YM 31/65), nouveau prototype d'arbovirus isolé au Cameroun. *Ann. Inst. Pasteur*, 116 : 254-260.
- SALEM G., 1998. *La santé dans la ville. Géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal)*. Paris, Karthala, 360 p.
- SALEM G., LEGROS F., LEFEBVRE-ZANTE E., NDIAYE G., BOUGANALI H., NDIAYE P., BADJI A., TRAPE J.F., 1994. Espace urbain et risque anophélien à Pikine (Sénégal). *Cahiers Santé*, 4 : 347-357.
- SALEM G., VAN DE VELDEN L., LALOË F., MAIRE B., PONTON A., TRAISSAC P., PROST A., 1994. Parasitoses intestinales et environnement dans les villes sahélo-soudaniennes : l'exemple de Pikine (Sénégal). *Rev. Épidém. Santé Publ.*, 42 : 322-333.
- SALUZZO J.F., CORNET M., CASTAGNET P., REY.C., DIGOUTTE J.P., 1986. Isolation of Dengue 3 and Dengue 4 virus from patients in Senegal. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 80, 5 p.
- SAMÉ-EKOBO A., 1984. *Faune malacologique du Cameroun. Description des espèces et foyers des trématodoses humaines*. Thèse Sciences, univ. Rennes.
- SAMÉ-EKOBO A., 1997. *Santé, climat et environnement au Cameroun*. Yaoundé, Jutey Sciences, 329 p.
- SANCHEZ P.A., BUOL S.W., 1985. « Agronomic taxonomy for wetlands soils ». In : *Wetlands soils : characterization, classification and utilization*. IRRI Institute : 207-227.
- SEIGNOT P., 1976. « Trypanosomiase humaine à Bafia et dans le département du Mbam (Cameroun) ». In : *Rapport final de la XI^e Conférence technique de l'Oceac*. Yaoundé, Oceac : 15 p.
- SELF L.S., DE DATTA K., 1988. « The impact of water management practices in rice production on mosquito vector propagation ». In IRRI/PEEM : 67-83.
- SICARD J.M., LE MAO G., MERLIN M., JEANDEL P., 1989. Lutte contre la trypanosomiase humaine africaine dans le foyer de Douala (République du Cameroun). Intérêt du Testryp. *CATT. Méd. Trop.*, 49 (4) : 375-379.
- SINGH N., SINGH O.P., SOAN V., 1989. Mosquito breeding in rice fields and its role in human malaria transmission in Mandla district, M.P. *Indian J. Malarial.*, 26 (4) : 191-198.
- SLOOTWEG R., VAN SCHOOTEN M.L.F., 1990. *Paludisme et irrigation : augmentation du paludisme à cause de l'introduction des cultures irriguées à Gounougou et estimation de la perte au niveau des ménages*. Garoua, Mission d'étude et d'aménagement de la vallée supérieure de la Bénoué, rapport du projet Pisciculture n° 36.
- SMITH K.R., 1997. « Development, health and the environmental risk transition ».

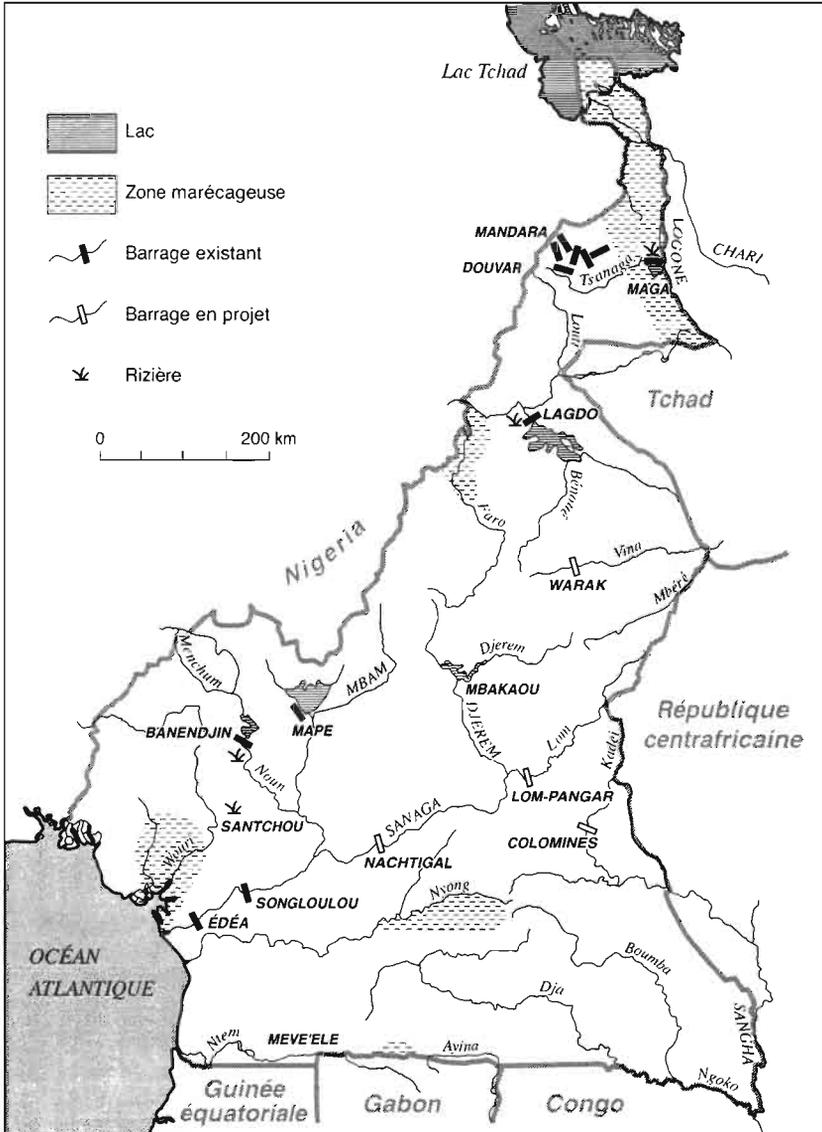
- In SHAHI G.S. et al. (éd.) : *International perspectives on environment, development and health : toward a sustainable world*. New York, Springer Publishing Co. : 51-62.
- STANLEY N.F., ALPERS M.P. (éd.), 1975. *Manned Lakes and Human Health*. London Academic Press.
- STEVENY J., MALOSSE D., APPRIOU M., TRIBOULEY J., ENYONG P., SAMÉ-EKOBO A., RIPERT C., 1981. Étude épidémiologique de l'onchocercose chez les Matakams des Monts Mandara (Nord-Cameroun). *Bull., Soc., Path., Exot.*, 74 : 197-207.
- SUREAU P., RAVISSE P., GERMAIN M., RICKENBACH A., CORNET J.P., FABRE J., JAN C., RODIN Y., 1976. Isolement du virus Thogoto à partir de tiques *Amblyomma* et *Boophilus* en Afrique Centrale. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 69 (3) : 207-212.
- SURTEES G., 1970. Effects of irrigation on mosquito population and mosquito-borne diseases in man, with particular reference to rice field extension. *Intern. J. Environ. Studies*, 1 : 35-42.
- TAKOUGANG I., TCHOUNWOU P.B., BARBAZAN P., 1993. Impact des effluents d'un complexe agro-industriel sucrier sur la distribution des mollusques dulçaquicoles à Mbandjock (Cameroun). *Cahiers Santé*, 3 : 178-182.
- TAKOUGANG I., SAMÉ-EKOBO A., EBO'Ó EYENGA V., ENYONG P., 1994. Étude de la faune vectorielle sur le site du futur barrage de Meemvé'ele (Cameroun). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 87 : 261-266.
- TALLA I., KONGS A., VERLÉ P., BELOT J., SARR S., COLL A.M., 1990. Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal river basin. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 70 : 173-180.
- TANG AM N., QUY RIEC L., THI HUYEN V., BIEH LAN N., 1993. Études entomo-épidémiologiques du paludisme dans la zone côtière de Hô Chi Minh-Ville, 1990-1992. *Cahiers Santé*, 3 : 464-473.
- TIFFEN M., 1993. *Lignes directrices pour l'incorporation des mesures de protection de la santé dans les projets d'irrigation par la coopération intersectorielle*. Genève, WHO/CWS/91.2.
- TOTO J.C., 1996. *Prospection entomologique dans le foyer du Wouri. Rapport de mission*. Yaoundé, Océac, doc. n° 974/Océac/CRT.
- TRAPE J.F., ZOULANI A., 1987 a. Malaria and urbanization in Central Africa : the example of Brazzaville. Results of entomological surveys and epidemiological analysis. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 81 (suppl. 2) : 10-18.
- TRAPE J.F., ZOULANI A., 1987 b. Malaria and urbanization in Central Africa : the example of Brazzaville. Relationships between urbanization and the intensity of malaria transmission. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 81 (suppl. 2) : 19-25.
- TRAPE J.F., ZANTE E., LEGROS F., NDIAYE G., BOUGANALI H., DRUILE P., SALEM G., 1992. Vector density gradients and the epidemiology of urban malaria in Dakar, Senegal. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 47 (2) : 181-189.
- TRAPE J.F., ZANTE E., LEFEBVRE E., LEGROS F., SALEM G., 1993. Malaria morbidity among children exposed to low seasonal transmission in Dakar, Senegal, and its implications for malaria control in tropical Africa. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 48 (6) : 748-756.
- TSAI T.F., LAZVIK J.S., NGAH R.W., MAFIAMBA P.C., QUINCKE G., MONATH T.P., 1987. Investigation on a possible yellow

- fever epidemic and serosurvey for flavivirus infections in northern Cameroon. *Bull. Org. Mond. Santé*, 65 (6) : 855-860.
- VAUCEL M., 1942. La maladie du sommeil au Cameroun, historique, état actuel. *Rev. Sci. Méd. Pharm. Vét. Afr. française libre*, 1 : 59-75.
- VAZEILLE-FALCOZ M., FAILLOUX A.B., MOUSSON L., ELISSA N., RHODAIN F., 1999. Réceptivité orale d'*Aedes aegypti formosus* de Franceville (Gabon, Afrique centrale) pour le virus de la Dengue type 2. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 92 (5) : 341-342.
- VERCRUYSE J., JANCLOES M., 1981. Étude entomologique sur la transmission du paludisme humain dans la zone urbaine de Pikine (Sénégal). *Cah. Orstom, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 19 (3) : 165-178.
- VERCRUYSE J., JANCLOES M., VAN DE VELDEN L., 1983. Epidemiology of seasonal *falciparum* malaria in an urban area of Senegal. *Bull. Wld Hlth Org.*, 61 (5) : 821-831.
- VICENS R., ROBERT V., PIGNON D., ZELLER H., GHIPPONI P.M., DIGOUTTE J.P., 1993. L'épidémie de fièvre jaune de l'Extrême-Nord du Cameroun en 1990 : premier isolement du virus amaril au Cameroun. *Bull. Org. Mond. Santé*, 71 (2) : 173-176.
- WHO, 1996. Dengue fever Mozambique. *Wkly Epidem. Rec.*, 60 : 242-243.
- WHO, 1997. Offensive contre la fièvre jaune en Afrique. Vaccins et vaccination dans le monde. *Bull. GPV/WHO*, 3, mai 1997.
- WIBAUX-CHARLOIS M., 1980. *Enquête malacologique dans la zone rizicole de Yagoua. Périmètres Semry I et II (Département du Mayo-Danay)*. Yaoundé, ministère de la Santé publique.
- WIJEYARATNE P.M., 1987. « Method of forecasting the vector-borne disease implication in the development of different types of water resources projects : vector aspects ». In : *Selected working papers for third, fourth, fifth and sixth PEEM Meeting*. Geneva, World Health Organisation, secrétariat du TEAE.
- WORLD BANK, 1993. *World Development Report, 1993. Investing in Health*. New York, Oxford University Press.
- YEBAKIMA A., 1996. Lutte contre *Aedes aegyptien* Martinique. Apport des études entomologiques. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 89 (2b) : 161-162.
- YELNICK A., ISSOUFA H., APPRIOU M., TRIBOULEY J., GENTILLINI M., RIPERT C.H., 1982. Étude épidémiologique de la bilharziose à *S. haematobium* dans le périmètre rizicole de Yagoua (Nord-Cameroun). Prévalence de l'infestation et évaluation de la charge parasitaire. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 75 : 62-71.
- YOUANA J., 1986. Mbandjock : processus de mutation d'une ville d'ouvriers et manœuvres agricoles. *Rev. Geogr. Cameroun*, 6 : 44-64.
- ZIEMANN H., 1903. Bericht über das Vorkommen der Lepra, der Schlafkrankheit, der Beri-Beri usw in Kamerun. *Deutsche Med. Wochenschrift*, 14.
- ZUPITZA M., 1908. Ueber die Schlafkrankheitsfliege bei Duala. *Archivs f. Schiffs. U. Trop. Hyg. Leipzig*, 12, 25 p.

Cartes et photos du Cameroun

Carte 3

Réseau hydrographique
et barrages.

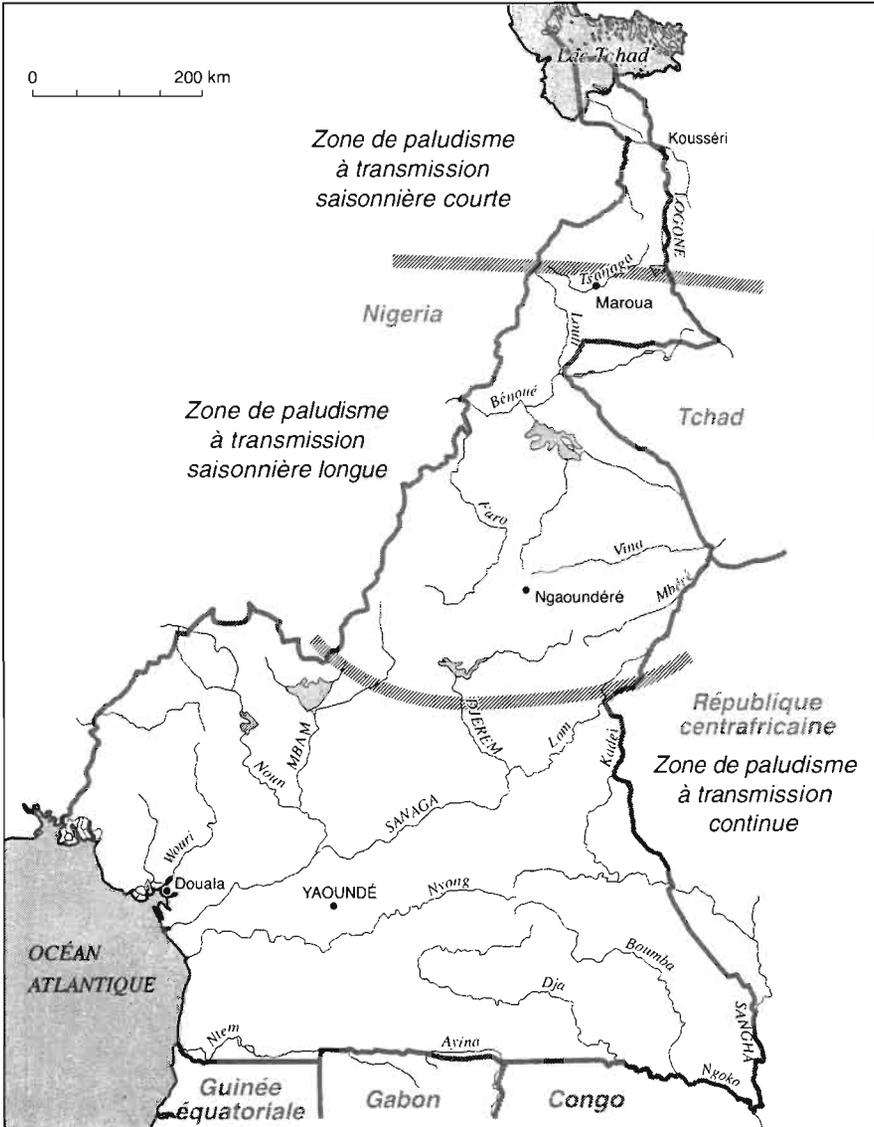


Source : SAME-EKOBO (1997)

Laboratoire de cartographie appliquée, IRD

Carte 4

Zones de paludisme.



Source : SAMÉ-EXOBO (1997)

Carte 6

Onchocercose : prévalence et endémicité.

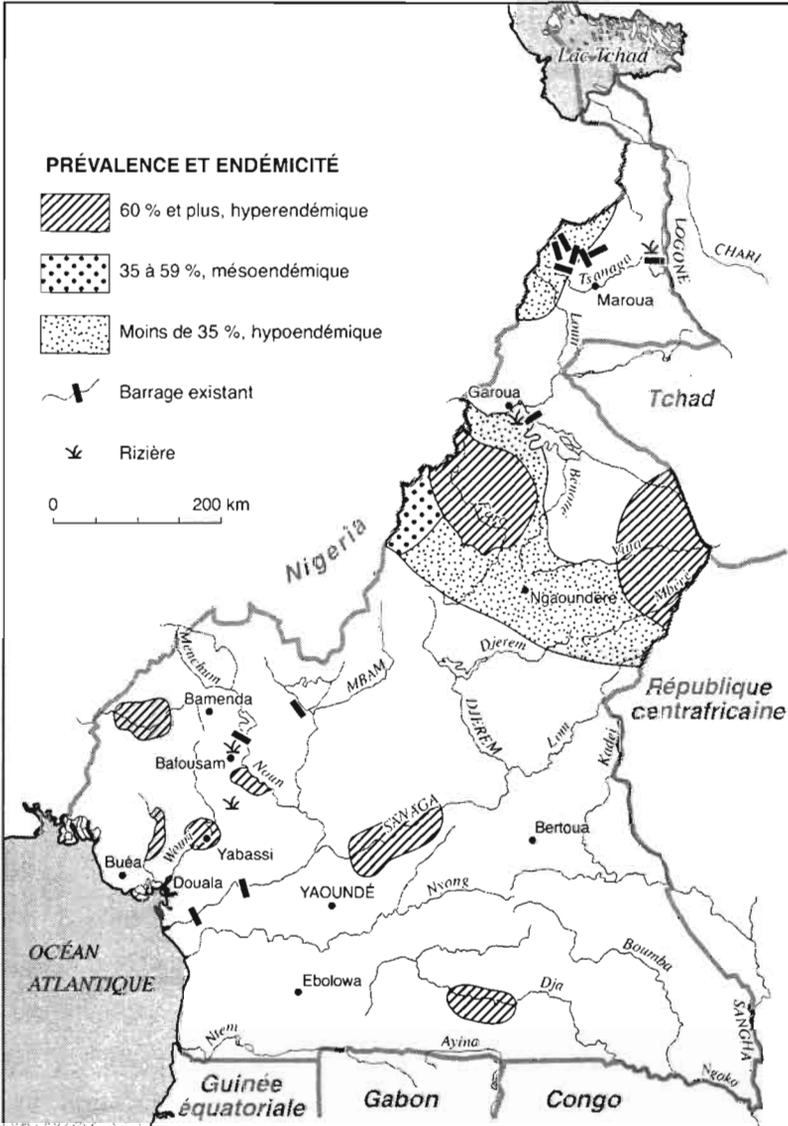




Photo 1

Rizière
de Yagoua (Cameroun).
© E. FONDO

Photo 2

Vue panoramique
de Yaoundé (Cameroun).
© A. SAMÉ-EKOB





Photo 3
Pont sur le fleuve
Bénoué (Cameroun).
© IRD/Y. MARGUÉRAT

Achevé d'imprimer en novembre 2001
sur les presses numériques
de l'Imprimerie Maury S.A.
21, rue du Pont-de-Fer – 12100 Millau
N° d'imprimeur : J01/26002 E
Dépôt légal : novembre 2001

Au début du XXI^e siècle, le paludisme demeure la première cause de mortalité et de morbidité au Cameroun, comme dans l'ensemble des pays de l'Afrique subsaharienne. Mais pour tout programme de lutte de grande envergure, une analyse de situation de l'endémie se révèle indispensable, comme le souligne l'OMS dans sa nouvelle initiative « Faire reculer le paludisme » ou « Roll back malaria ». C'est pour répondre à cette préoccupation qu'a été menée la présente expertise collégiale. Celle-ci fournit une revue complète de la littérature consacrée à l'impact des projets de développement et des grands aménagements urbains sur l'endémie palustre et sur les autres maladies vectorielles liées à l'eau.

Au Cameroun, on constate une dilution des cas de paludisme et de bilharziose en milieu urbain, une stabilisation du paludisme dans l'environnement des périmètres rizicoles, de même qu'une progression des indices onchocerciens dans les localités proches des chutes d'eau et des rapides ainsi que leur recul en aval, suite au changement du régime des eaux.

Mais au-delà de l'exemple camerounais, il ressort de cette expertise que dans tout pays où sévissent les maladies endémiques liées à l'eau, la question de l'impact sanitaire des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles doit être posée dès le stade de la conception d'un projet, mais également lors de sa mise en œuvre et pendant toute sa phase d'exploitation. Ingénieurs, économistes, agents des services spécialisés de santé et d'éducation, sociologues, tous les acteurs du développement doivent œuvrer ensemble et rester en dialogue permanent avec les communautés concernées. Telle est la condition pour que les populations bénéficient pleinement et sans contrepartie des retombées économiques et sociales attendues de tels projets.

100 F (15,24 €)

ISSN en cours - ISBN 2-7099-1482-4



Ministère de la Recherche scientifique et technique du Cameroun
Ministère de la Santé publique du Cameroun

IRD Éditions : 213, rue La Fayette - 75480 Paris cedex 10

Diffusion : IRD, 32, avenue Henri-Varagnat - 93143 Bondy cedex

fax : 01 48 02 79 09 courriel : diffusion@bondy.ird.fr