

# 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 considérait 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,

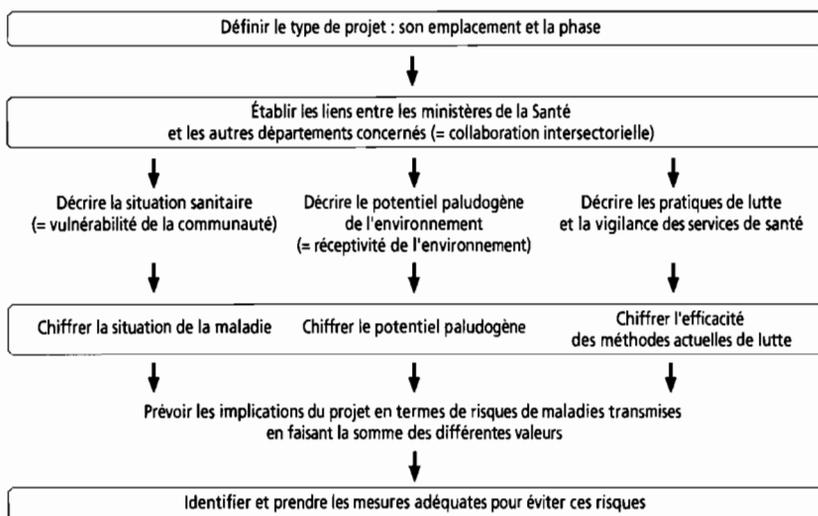
elle affecte aussi les sociosystèmes. En fait, c'est plus souvent la qualité de la gestion de l'aménagement que l'aménagement lui-même qui comporte des aspects sanitaires pénalisants.

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 reconnus 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 également 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<sup>es</sup> 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 7<sup>th</sup> 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 7<sup>th</sup> 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-EKOBO 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 : *XII<sup>th</sup> 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 7<sup>th</sup> 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 : *14<sup>th</sup> 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.