

# Impact sanitaire des aménagements hydro-agricoles en zone tropicale



**Vincent Robert**

Directeur de recherche de l'Institut de recherche pour le développement

## Impact sanitaire des aménagements hydro-agricoles en zone tropicale

### Introduction

- Dans le monde : 40.000 grands barrages + 800.000 petits barrages  
L'irrigation concerne 272 millions d'hectares  
et fournit la base alimentaire de près de la moitié de l'humanité.
  
- A l'échelle de la planète, les modifications majeures de l'environnement liées à l'homme concernent essentiellement :
  - la déforestation,
  - l'urbanisation,
  - le changement de pratiques agricoles.
  
- Ces aménagements de l'environnement sont à la fois :
  - sources de progrès socio-économique
  - et objets d'inquiétude pour l'avenir de l'humanité.



# Impact sanitaire des aménagements hydro-agricoles en zone tropicale

## Plan

---

### ■ Études de cas

- le paludisme en zones rizicoles, dans le centre Côte d'Ivoire, et dans la Vallée du Kou au Burkina-Faso
- les schistosomoses en Côte d'Ivoire, et dans le cours inférieur du fleuve Sénégal
- la fièvre de la Vallée du Rift dans l'Est et dans l'Ouest de l'Afrique

### ■ Les maladies liées à l'eau (généralités)

### ■ Les notions de "mauvaises pratiques"

ce qu'il faut éviter lors de la mise en place d'un aménagement d'irrigation

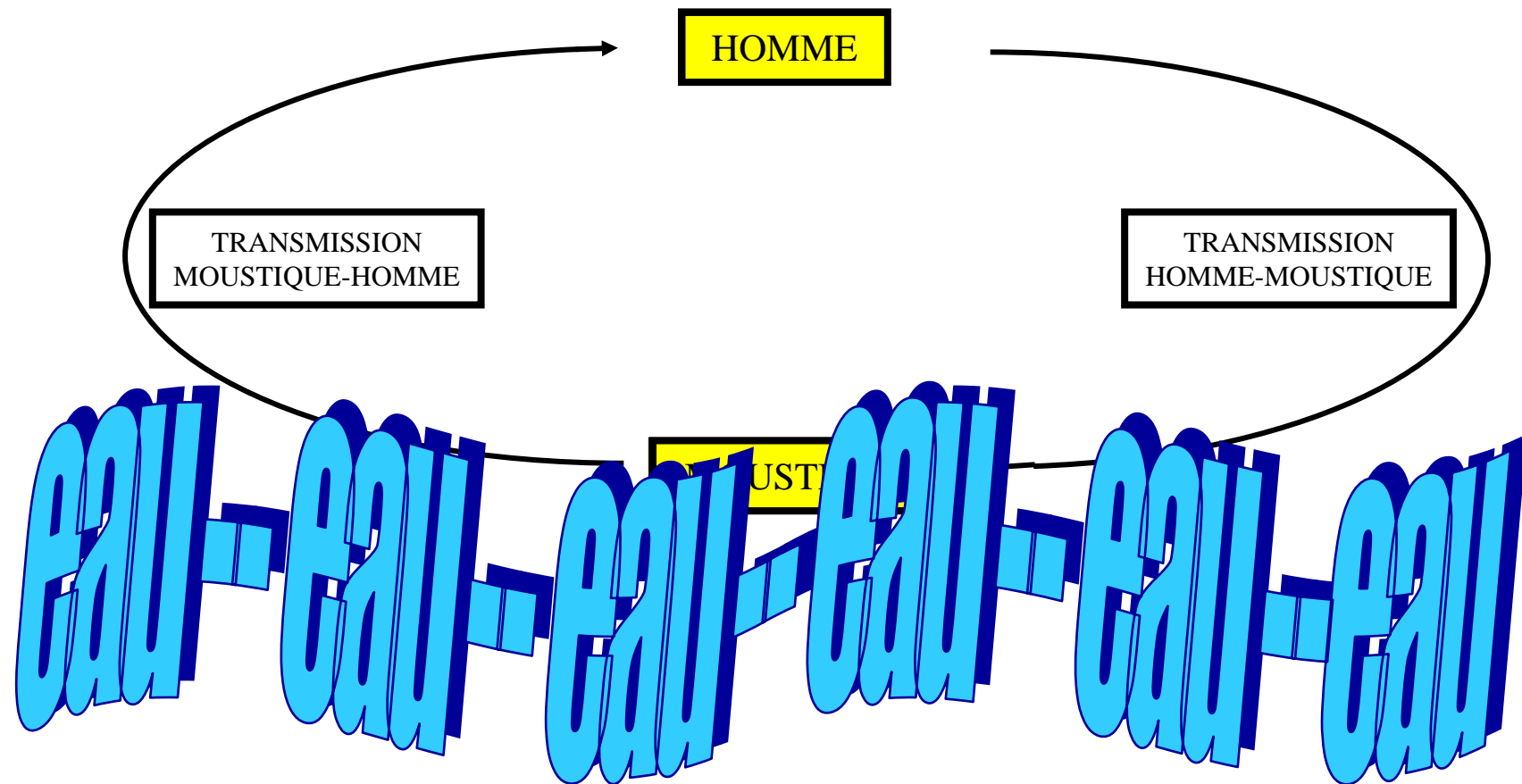
### et de "bonnes pratiques"

ce qu'il faut faire avant pour minimiser les impacts négatifs et après pour les corriger

### ■ Implications pour l'aide à la décision

impact sanitaire positif *versus* impact sanitaire négatif

# Le paludisme, maladie liée à l'eau ?



La riziculture augmente-t-elle la transmission du paludisme en Afrique ?

- Oui
- Non

TIE = ma . s

Koudou *et al.* Malaria transmission dynamics in central Côte d'Ivoire : the influence of changing patterns of irrigated rice agriculture.  
*Med Vet Entomol* 2005, **19**: 27-37.

### Taux annuel d'inoculation entomologique

*Anopheles gambiae*

	village Zatta Riziculture irriguée	village Tiémoko Culture pluviale
Année 1 (2002)	789	233
Année 2 (2003) sans riziculture pour cause de conflit	38	342

## Paludisme et riziculture en vallée du Kou, Burkina Faso



Robert *et al.* La transmission du paludisme humain dans un village au 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. Robert V, Chippaux J-Ph & Diomandé L Eds. Orstom Editions, Collections études et thèses, Paris, 1991, 25-15.

## Paludisme et riziculture en vallée du Kou, Burkina Faso

Selon l'étude de Robert *et al.*

Forte densité anophélienne

La rizière est favorable à *Anopheles gambiae*

maximum 158 P/H/N en août

Faible âge moyen des anophèles agressifs pour l'homme: TP = 30%

Faible anthropophilie (déviation vers le bœuf)

Faible indice sporozoïtique

s=0,51% pendant la période de transmission (mi-mai à mi-juillet, puis octobre à mi-décembre)

Taux annuel d'inoculation entomologique = 30 PI/H/an  
soit un ordre de grandeur habituel

## Paludisme et riziculture en vallée du Kou, Burkina Faso

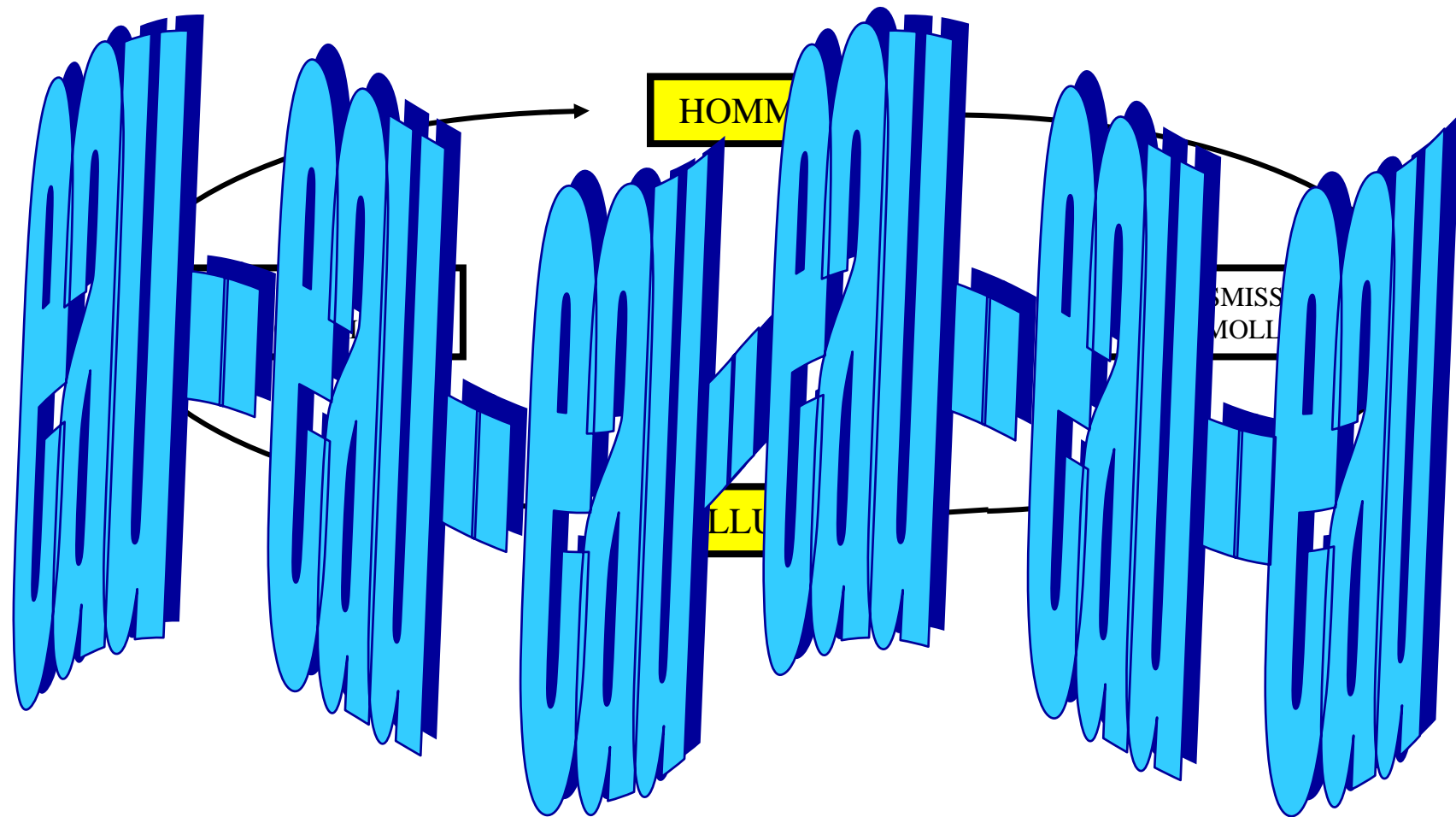
Baldet T *et al.* La transmission du paludisme en 1999 dans la rizière irriguée de la Vallée du Kou (Bama), Burkina Faso.  
*Cahiers Santé* 2003, **13**: 55-60.

Selon cette étude « 15 ans après », le taux d'inoculation entomologique a augmenté considérablement: 697 et 515 PI/H/an dans deux villages (vs. 30)

Un changement méthodologique est à noter : l'évaluation de l'infectivité des anophèles a été faite par ELISA - CSP, et non pas dissection et examen microscopique

L'accroissement de la transmission est dû uniquement à l'augmentation de l'indice sporozoïtique

# Les schistosomoses, maladies liées à l'eau ?



Yapi *et al.* Rice irrigation and schistosomiasis in savannah and forest areas of Côte d'Ivoire. *Acta tropica* 2005, **93**: 201-211.

Prévalence parasitaire (4-15 ans)

*Schistosoma haematobium*

Rizière irriguée => 2 récoltes  
 Rizière non irriguée => 1 récolte  
 Pas de rizière

Savane (24 villages)      Forêt (21 villages)

5%	↓	1%
2%		4%
1%		2%

*S. mansoni*

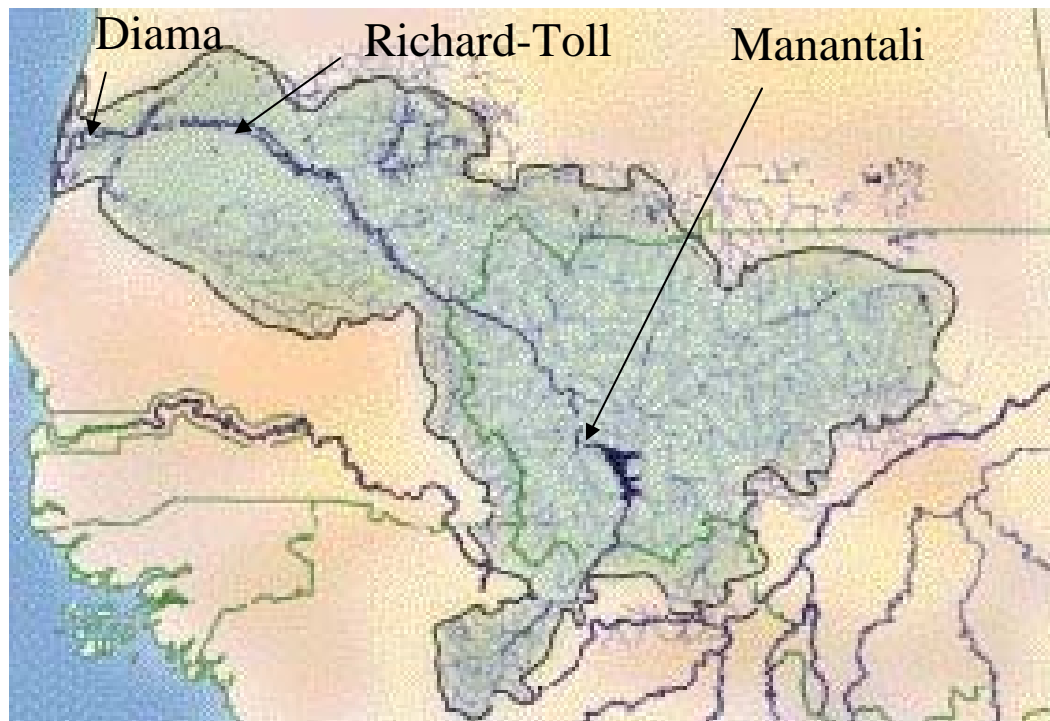
Rizière irriguée => 2 récoltes  
 Rizière non irriguée => 1 récolte  
 Pas de rizière

16%	↓	61%	↓
12%		47%	
2%		17%	

## La schistosomose intestinale dans le cours inférieur, maintenant régulé, du fleuve Sénégal

Deux barrages sur le fleuve Sénégal

- 1) anti-sel proche de l'embouchure à Diama
- 2) de régulation à Manantali au Mali, sur un affluent majeur du fleuve



Le fleuve Sénégal draine un bassin versant de 340 000 km<sup>2</sup>.

Il est alimenté par trois affluents principaux, le Bafing, le Bakoye et la Falémé qui prennent tous les trois leur source dans le massif du Fouta Djallon en Guinée.

À son embouchure, son débit annuel moyen est de 640 m<sup>3</sup>/s soit un volume total de 22 milliards de m<sup>3</sup>. En réalité, la variation des apports est très forte et ce volume varie, suivant les années, de 8 à 45 milliards de m<sup>3</sup>.

## La schistosomose intestinale dans le cours inférieur, maintenant régulé, du fleuve Sénégal

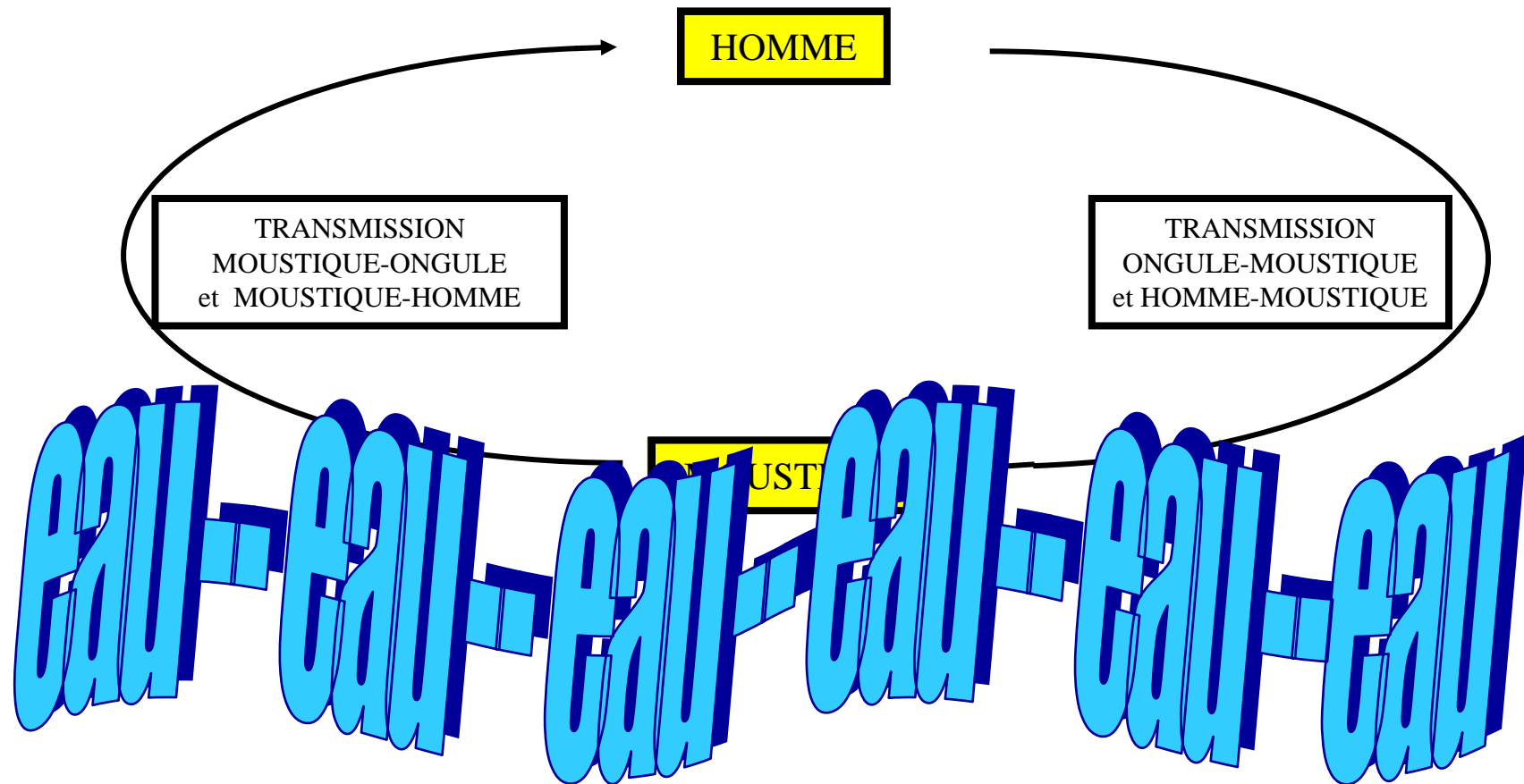
Dans le périmètre irrigué pour la canne-à-sucre à Richard-Toll, les aménagements hydrauliques ont assuré la stabilité du niveau du fleuve et des caractéristiques de l'eau.

Il s'en est suivi une prolifération de *Biomphalaria pfeifferi*.

L'épidémie éclata en 1988, principalement dans les quartiers les plus densément peuplés de l'agglomération. Les prévalences de *Schistosoma mansoni* étaient de 42% en 1990.

La soudaineté de l'épidémie et sa survenue en zone saharo-sahélienne, a priori défavorable à *S. mansoni*, étonna et prit de cours les responsables sanitaires.

# La fièvre de la Vallée du Rift, maladie liée à l'eau ?



# La fièvre de la Vallée du Rift, généralité sur la maladie

Arbovirose (Phylovirus de la famille de Bunyaviridae) transmise par moustiques *Aedes*

Le virus FVR est inféodé au continent africain, il y circule sous forme d'épizooties en Afrique de l'Est et du Sud, touchant principalement les moutons

Les éleveurs constituent une population à risque

La question du maintien du virus se pose hors période épizootique

Voie transovarienne ? oui (isolement à partir de moustiques au stade larvaire et de mâles)



# La fièvre de la Vallée du Rift une maladie émergente

Virus isolé pour la première fois en 1930 dans le Rift au Kenya.

En 1977-78, apparition d'un variant du virus FVR, lors de l'épidémie d'Égypte avec forme grave (syndrome hémorragique et encéphalite), avec 200 000 cas et 2 000 décès.

La barrière géographique du Sahara a été franchie par le virus, peu après la construction du barrage d'Assouan. Le virus a diffusé rapidement vers le nord en infectant des populations entièrement non immunes. Le virus semble s'être affranchi d'une transmission obligatoire par moustiques, circulant directement d'homme à homme.

En 1987, autre épidémie en Mauritanie (région du fleuve Sénégal), avec forme grave et avec le même variant (minoritaire) qu'en Égypte, peu après la mise en eau du barrage de Diama (barrage anti-sel pour l'extension de l'agriculture). Ce barrage fut inauguré qq mois avant le début de l'épidémie. Celle-ci était-elle prévisible?

Saluzzo *et al.* Focus of the Rift Valley fever transmission in Southern Mauritania. *The Lancet* 1987, i, 504.  
Des pluies précoces ont également joué un rôle dans le déclenchement de l'épidémie.

En 1997-98, autre épidémie au Kenya, (27 500 personnes infectées, 175 décès), associée à des pluies d'une intensité exceptionnelle.

En 1998, nouvelle épidémie en Mauritanie

En 2000, Yémen et Arabie Saoudite (2 000 personnes infectées, 250 décès). Première mention hors continent africain.

## La fièvre de la Vallée du Rift, relations avec les barrages

Assouan, haute Égypte

### Fleuve Nil



### Fleuve Sénégal



Barrage de Manantali

**CONCLUSIONS** : La construction de grands barrages, en Égypte et en Mauritanie, a été associée à deux des principales épidémies de FVR

# Les maladies liées à l'eau (d'après White, 1972)

## Maladies d'ingestion (*water borne diseases*)

Polluants chimiques : métaux lourds, engrais, pesticides, polluants organiques

Carences / excès d'éléments chimiques : iode et goitre endémique, fluorose

Germes pathogènes : virus (hépatite, polio, rotavirus, enterovirus), bactéries (choléra, salmonelloses, shigelloses, leptospires, colibacilles), protozoaires (amibes, giardia)

## Maladies de l'hygiène (*water washed diseases*)

Diarrhées (propreté des mains)

Dermites, conjonctivites, otites, pian, bejel (soins corporels)

Ectoparasites (typhus à poux, récurrentes à poux (propreté des vêtements))

## Maladies de contact (*water based diseases*)

Pénétration au contact de l'agent pathogène (schistosomoses, dracunculose, douves, dermatoses)

## Maladies de voisinage (*water related diseases*)

Maladies dont le vecteur a une phase aquatique : paludisme, arboviroses, filarioses lymphatiques, onchocercose

Maladies dont le vecteur vit au bord de l'eau : trypanosomoses africaines

# Les déterminants épidémiologiques des maladies liées à l'eau (d'après Mouchet, 1991)

## Nature de l'élément pathogène

chimique (polluants) vs. biologique

## Bioécologie de l'agent pathogène

aire de répartition (caractéristique des eaux, persistance, résistance à la dessiccation)

## Bioécologie des vecteurs et des hôtes intermédiaires

phase aquatique, phase aérienne, comportement (longévité, anthropophilie)

## Agent pathogène chez l'homme

réceptivité de l'homme (réfractaire, immun, tolérant), dispersion

## Écologie humaine

rappports homme/eau (consommation, voisinage, usage agro-industriel)

rappports homme/vecteur (situation et nature de l'habitat, habitude de sommeil et déplacements, rapports au bétail)

dissémination des agents pathogènes et des vecteurs par l'homme

## Facteurs socio-économiques

prévention (vaccination, chimio-prévention), « sustainability » des opérations, accès au soin (système de santé, traitement), éducation sanitaire

## Conclusions sur les études de cas

- Ces exemples, a priori fort disparates, partagent souvent une méthodologie commune par suivi longitudinal.
- Ils sont choisis à dessein pour illustrer à quel point les situations peuvent être changeantes sur le long terme et donc, difficiles à anticiper.
- Le caractère difficilement prédictible de l'impact pose la question de savoir si notre époque est encore dans l'observation descriptive, ou déjà dans la prédiction avec une raisonnable probabilité de succès.

Y a-t-il des "mauvaises pratiques" ?

ce qu'il faut éviter lors de la mise en place d'un aménagement d'irrigation

et des "bonnes pratiques" ?

ce qu'il faut faire avant pour minimiser les impacts négatifs, et après pour les corriger

---

- Peut-on assécher les rizières (ou les champs de canne à sucre) régulièrement ?

- Peut-on empêcher le bétail de venir boire dans les mares ?

---

Aménagements majeurs vs. petits aménagements ?

# Implications pour l'aide à la décision

impact sanitaire positif *versus* impact sanitaire négatif

---

Pour ou contre ? {  
l'accroissement de la production agricole  
les denrées monnayables  
l'accroissement du niveau de vie

---

Peut-on lutter contre la notion de progrès ?

Le cas particulier des pays en développement

---

Le poids des grands bailleurs de fonds

# Implications pour l'aide à la décision

impact sanitaire positif *versus* impact sanitaire négatif

---

La connaissance actuelle des relations santé-environnement autorise-t-elle la prévision ?

---

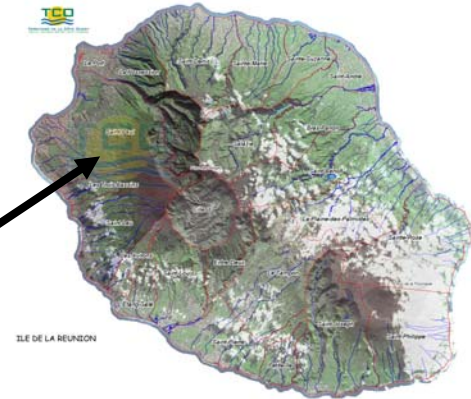
Sur la base d'arguments strictement sanitaires,  
une fois l'aménagement commencé,  
y a-t-il un retour possible à la situation  
antérieure ? un simple arrêt des travaux ?

---

Peut-on être un décideur responsable ?

## *Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux ( SAGE )*

### La Réunion Ouest



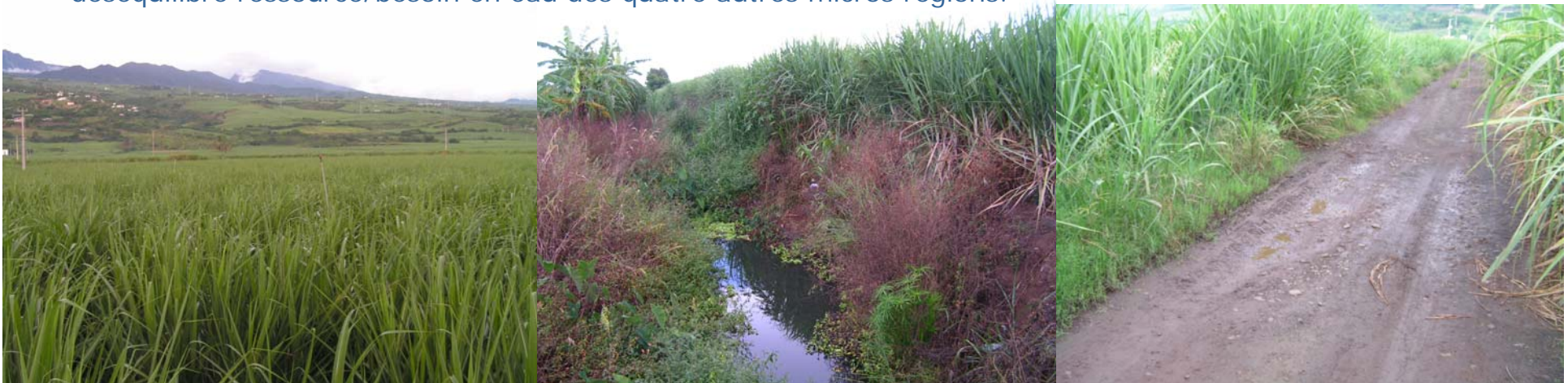
**Superficie :** 49 700 ha

**Nombre de régions, départements et communes concernés :** Le périmètre du SAGE Ouest couvre environ 1/4 de l'Ile de la Réunion (région mono-départementale d'Outre Mer) et 5 communes de la côte ouest : Le Port, La Possession, Saint-Paul et Trois-Bassins dans leur intégralité et la partie nord de Saint-Leu (le sud de la Ravine du Cap étant dans le périmètre du SAGE Sud).

#### **Enjeux :**

- \* Grands projets d'aménagements et de développement du Territoire
- \* Pression démographique
- \* Préservation des milieux aquatiques remarquables (récifs coralliens, littoral, étang, ravines)
- \* Agriculture
- \* Gestion quantitative et qualitative de l'eau sous toutes ses formes

La micro région ouest est ainsi identifiée par le SAGE comme celle qui risque de subir le plus grand déséquilibre ressource/besoin en eau des quatre autres micros régions.



# Irrigation et notion de progrès



## Timbre poste

<b>Pays / Poste</b>	Burkina Faso
<b>Date d'émission</b>	10 octobre 2003
<b>Thème principal</b>	Economie et industrie Agriculture et aliments (Moissons et travail de la ferme)
<b>Sujet</b>	Hommage à la Coopération entre le Burkina Faso et Taiwan "Du Désert à la Fertilité: Rizière de la Vallée du Kou"

## Impact sanitaire des aménagements hydro-agricoles en zone tropicale

### Remarques conclusives

Au sein de la relation entre aménagements hydro-agricoles et conséquences sanitaires, la **dichotomie entre bénéfice socio-économique et coût sanitaire** est particulièrement évidente lors des remaniements impliquant les eaux de surface afin d'accroître ou de réguler une production agricole.

Trop souvent, **les conséquences sanitaires d'aménagements hydro-agricoles sont observées a posteriori**, alors que dans l'idéal, l'aménagement devrait incorporer toute une série de mesures visant à prévenir et à traiter les retombées sanitaires, prévues ou imprévues, avant même que le problème ne relève de la santé publique.

Cependant, les effets des aménagements ne sont pas toujours catastrophiques et sont même parfois franchement **positifs pour la résolution de problèmes sanitaires** antérieurs à la mise en route de l'aménagement.

Une difficulté à laquelle les décideurs sont confrontés de façon récurrente, réside dans la **faible compréhension des mécanismes d'interaction entre environnement et santé**, domaine éminemment multifactoriel. L'individualisation des causes profondes est souvent incertaine, et parfois non reproductible. Aussi procède-t-on par études de cas, comme si notre époque était plus celle du constat que celle de la prospective.

## **Bibliographie recommandée**

---

- L'eau et la santé en Afrique tropicale.** Colloque pluridisciplinaire géographie-médecine, Limoges, 2 octobre 1991. Université des francophones, Presses de l'Université de Limoges, 1993, 135 pp.
- Hunter JM, Rey L, Chu KY, Adelkolu-John & Mott KE - **Parasitoses et mises en valeur des ressources hydriques.** Un impératif: la négociation intersectorielle. Organisation mondiale de la santé, Genève, 1994, 160 pp.
- Aménagements hydro-agricoles et santé.** Brengues J & Hervé JP Ed, Collection colloque et séminaires, Orstom editons, Paris, 1998, 313 pp.
- La gestion des périmètres irrigués collectifs à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle (**Irrigation scheme management at the dawn of the 21st century**) Garin P., édit (*Cemagref*), Le Gal P.Y., édit (*Cirad-tera*), Ruf T., édit (*Ird*), Montpellier, Cirad , Les Ulis, EDP Sciences, Montpellier, Ird ; 2002, 280 pp.
- Cahiers Agriculture, Numéro spécial, 2002, 11, 1: 3-94, sur l' **Impact sanitaire et nutritionnel des hydro-aménagements en Afrique.**
- Saluzzo JF, Vidal P & Gonzalez JP – **Les virus émergents.** IRD, Paris, 2004, 189 pp.
- Keiser J, Caldas de Castro M, Maltese MF *et al.* – **Effect of irrigation and large dams on the burden of malaria on a global and regional scale.** *Am J Trop Med Hyg* 2005, 72: 392-406.
- Acta Tropica* 2004, **89**, issue 2, special issue on **Malaria and Agriculture**