

JEAN-PIERRE DOUMENGE

## AMÉNAGEMENTS HYDRO- AGRICOLES ET SANTÉ :

### Peut-on concilier les deux ?

Tout phénomène pathologique a un fondement biologique quel qu'en soit l'hôte, végétal, animal ou humain. Lorsque l'hôte est humain, la maladie prend une dimension sociale, car l'homme à la différence des autres êtres vivants agit de manière volontaire et souvent décisive sur son environnement et sur ses semblables.

L'action humaine peut, selon les cas, avoir un effet bénéfique ou maléfique sur le milieu naturel. Par définition l'homme cherche à améliorer son sort en aménageant son cadre de vie, mais ne juge pas toujours de la portée et des conséquences de ses actes. Et c'est ainsi qu'un aménagement mal maîtrisé peut être synonyme de déséquilibres écologiques ou sociaux, de diffusion de pollutions et de propagation de diverses maladies. Dans la zone intertropicale où c'est souvent le cas, cela fait croire à une fatalité irréductible. En fait, les conséquences épidémiologiques négatives d'un aménagement, en particulier lorsqu'il est lié à l'eau, ne sont pas forcément inéluctables, pour peu qu'on connaisse et qu'on comprenne les mesures de salubrité à adapter à chaque type de cadre de vie. Pour ce qui est des « tropiques », les situations ne sont évidemment pas les mêmes en zone aride et en zone humide, en zone rurale et en zone urbaine ; à l'intérieur même de ces zones les rapports de l'homme à l'eau peuvent varier en durée, en intensité, faire appel

à des technologies différentes. La réponse au problème posé (peut-on concilier aménagements hydroagricoles et « bonne santé » ?) comporte donc de multiples facettes. Néanmoins, au-delà de l'observation de situations apparemment très typées, peut-on établir les bases d'un « modèle » qui facilite une évaluation à caractère systématique et prospectif du problème posé ?

## **Les termes du débat**

Lorsqu'on analyse l'incidence des aménagements hydroagricoles sur la santé des populations humaines, on fait référence à deux corps de données :

- l'épidémiologie de maladies à transmission hydrique, plus particulièrement le paludisme et les schistosomiasés, diverses parasitoses intestinales et accessoirement l'onchocercose ;
- un espace organisé par l'homme à des fins agricoles, dans lequel l'eau est maîtrisée pour profiter au maximum de son pouvoir fertilisant ; l'aménagement hydroagricole est donc obligatoirement lié à l'existence d'une réserve hydrique, naturelle ou anthropique, d'un réseau d'irrigation, de parcelles culturales construites (billons, plates-bandes ou casiers) et éventuellement d'un réseau de drainage ou d'un étang de récupération des eaux « impures ».

## **Les maladies à transmission hydrique : un risque inégalement réparti dans l'espace inter-tropical**

Les maladies à transmission hydrique qui nous intéressent font intervenir plusieurs acteurs : *un agent pathogène* (un plasmode pour le paludisme, une filaire pour l'onchocercose, un couple de vers trématodes pour les schistosomiasés), un *vecteur* (l'anophèle femelle pour le paludisme, une simulie pour l'onchocercose) ou un *hôte intermédiaire* aquatique (du genre *Bulinus* pour la schistosomiasé urinaire, du genre *Biomphalaria*,

*Bulinus* ou *Oncomelania* pour les formes de schistosomiase intestinale), enfin un hôte définitif, *l'homme*, qui sert aussi de réservoir (au même titre que certains animaux dans le cas des schistosomiasés). La maladie naît de l'inter-connexion des écologies de ces acteurs.

L'agent pathogène comme le vecteur n'ont jamais une distribution spatiale homogène. Ainsi a-t-on pu constater que la transmission du paludisme s'effectuait d'autant mieux qu'un lieu présentait tout au long de l'année une forte humidité et une chaleur soutenue. Pour l'anophèle, la productivité des gîtes larvaires, au stade pré-imagal, varie en fonction de la température : elle est nulle en deça de 16° à 19° selon l'espèce ; elle est de 20 jours à 20°, de 7 jours à 31°. De même, le cycle d'évolution de *Plasmodium falciparum* chez l'anophèle est nul en deça de 18°, de 22 jours à 20°, de 15 jours à 23° et de 8 jours à 30°, ce qui l'élimine des régions de haute altitude et de haute latitude. Les milieux les plus favorables à la transmission du paludisme (comportant chaleur et humidité constantes), associent généralement autour de collections d'eau pérennes, des sites boisés (lieux de repos de l'anophèle) et des formations herbacées (permettant son envol lors de sa quête d'un repas sanguin auprès d'un hôte humain ou animal). Les lisières de clairière en zone forestière équatoriale, les savanes parcs, les abords des forêts galeries en savane herbeuse sont par excellence les lieux d'endémicité. Cela ne signifie pas qu'on y enregistre toujours les plus fortes prévalences, car l'existence d'une faune abondante ou de très faibles densités humaines peuvent être des barrières à la diffusion du parasite. De même une exposition constante à l'affection développe chez l'homme une pseudo-immunité. La morbidité, et plus encore la mortalité, sont le fait de zones où la transmission du paludisme est la plus discontinue au cours d'un cycle annuel. Donc, plus on monte en latitude ou plus on grimpe en altitude, plus l'endémicité est saisonnière, et plus les phénomènes épidémiques sont rudes lorsqu'ils se déclarent.

A l'instar du paludisme, l'onchocercose en Afrique et en Amérique centrale présente des sites naturellement propices : ce sont les forêts galeries bordant les grands cours d'eau des zones

de savane. Le vecteur, la similie, ne prolifère que si la température ambiante est comprise entre 22° et 30°, ce qui l'exclut totalement des zones de steppe et des hauts plateaux ou des grandes montagnes. Là encore la densité des populations rurales peut avoir une incidence sur le développement de la morbidité. Au-delà de 35 à 40 hab./km<sup>2</sup>, toute population peut réguler d'elle-même la maladie. En deçà, l'invalidité et la mortalité peuvent être terribles (moins il y a d'habitants par unité de surface, plus le nombre de piqûres éventuellement infectantes par individu sera important). Mais à la différence du paludisme, implanté autour de toute collection d'eau douce, stagnante ou courante, les sites de transmission de l'onchocercose se limitent aux sections de cours d'eau à débit rapide, puisque les similies pondent dans des eaux très oxygénées.

A l'inverse, les mollusques, gastéropodes aquatiques hôtes intermédiaires des schistosomiasés, prospèrent dans des eaux douces calmes ou à très faible courant. Leur reproduction est influencée, là encore, par la température et la durée d'hydratation d'un lieu. *Bulinus truncatus* semble le mieux adapté à la fois aux excès périodiques de températures (il se développe dans des eaux qui varient entre 16° et 32°) et à la déshydratation saisonnière. La viabilité de *Bulinus globosus* et surtout de *Bulinus forskalii* et des diverses espèces de *Biomphalaria* est plus limitée. Leur aire de distribution est plus ou moins bien positionnée en latitude et en altitude : ainsi en Afrique, *Bulinus truncatus* est l'hôte intermédiaire de *S. haematobium* dans les régions sèches (savane soudanienne, steppe sahélienne et oasis saharienne) ; *B. globosus* prend le relais dans les sites de mosaïque forêt-savane de la zone guinéenne tandis que *B. africanus* s'adapte aux températures modérées de moyenne altitude ; *B. forskalii* hôte de *S. intercalatum* se localise pour sa part essentiellement dans les plaines de la zone équatoriale ; enfin les diverses espèces de *Biomphalaria* privilégient les eaux de la zone de climat tropical humide et au-delà les régions fraîches d'altitude ou les versants humides exposés à l'alizé. *Biomphalaria* n'est jamais présent dans les collections d'eau temporaires, à la différence de certains *Bulinus* qui résistent bien à la dessiccation. Ainsi, sans

l'intervention de l'homme, la schistosomiase intestinale à *S. mansoni* n'a atteint pendant très longtemps que les populations tropicales habitant les basses latitudes (au sud du 12° de latitude nord pour la partie de l'Afrique située dans l'hémisphère boréal) ou les altitudes élevées, alors que l'aire de diffusion de la schistosomiase urinaire à *S. haematobium* dépasse largement le tropique, sans s'inscrire à basse altitude, en zone de forêt équatoriale. Dans le cas de l'Ethiopie, la schistosomiase intestinale se cantonne traditionnellement entre 900 m et 2 200 m, avec un maximum d'intensité vers 1 300 m, alors que la schistosomiase urinaire se limite aux espaces secs inférieurs à 900 m ; de même, de l'autre côté de la mer Rouge, la première forme de schistosomiase est largement répandue dans les monts du Yémen, la seconde forme est la seule présente dans la plaine littorale de la Tihama. En Afrique du Sud, à Madagascar, *S. mansoni* est du domaine « au vent », *S. haematobium* du domaine « sous le vent ».

Que ce soit pour la compréhension de la distribution du vecteur du paludisme, de l'onchocercose, ou celle de l'hôte intermédiaire des schistosomiasés, il existe dans la nature des signes indicatifs : un couvert végétal mêlant à la fois des espaces boisés et herbacés est le plus propice aux anophèles et aux simulies ; une eau peu acide, à faible courant, un sol vaseux, une végétation aquatique abondante sont favorables à la diffusion des bullins et des planorbes.

Une approche préalable des écosystèmes doit donc être menée à diverses échelles lorsqu'on veut juger de l'influence propre de l'action humaine sur les systèmes pathogènes trouvant place dans la zone inter-tropicale.

### **Les aménagements hydroagricoles : des facteurs indéniables de modification des écosystèmes**

De la création des retenues d'eau et des périmètres irrigués résulte une augmentation des eaux de surface, donc une extension des biotopes favorables aux vecteurs et hôtes intermédiaires des maladies parasitaires précédemment

évoquées. Mais le risque d'endémicité n'est pas lié à l'étendue des plans d'eau créés. C'est le contexte hydroclimatique qui est en lui-même porteur ou non de risques : en zone équatoriale ou tropicale humide où le bilan hydrique est naturellement excédentaire, les plans d'eau anthropiques ne modifient jamais fortement les écosystèmes pré-établis. En revanche, en zone de savane et plus encore en zone de steppe où le déficit hydrique est souvent important, la mise en eau constante d'un site introduit une forte perturbation dans l'écosystème de référence. Comme toujours en pareil cas, on peut percevoir un phénomène de prolifération de nouvelles espèces biologiques, dont les vecteurs d'endémie.

Le pouvoir épidémiogène des aménagements hydroagrico-les, retenues comprises, varie néanmoins selon les lieux au sein même des zones tropicales sèches. Qu'ils soient naturels ou anthropiques, les lacs sont inégalement propices aux vecteurs et aux hôtes intermédiaires. Les plus favorables sont ceux qui présentent des rives envasées où la végétation abonde. Dans le cas du lac Akossombo créé par l'homme, des herbiers aquatiques se sont constitués en petites îles flottantes qui dérivent sur de grandes distances et disséminent largement les colonies de *B. truncatus* dans un milieu préalablement « sec ».

Les lacs aux berges sableuses ou rocheuses sont plus pauvres au plan biologique ; ils ne sont dangereux qu'à l'embouchure de leurs émissaires, par suite du dépôt localisé de fines particules limoneuses, excellent substrat à de petits marécages. Sur les trois continents observés (Asie, Afrique, Amérique), les grands lacs sont moins épidémiogènes au regard des schistosomiasés que les petits. La zone à risque est située en périphérie, entre la berge et une profondeur de moins de deux mètres. Les mares qui ont une profondeur inférieure peuvent en tout point favoriser la transmission bilharzienne, alors que dans les grands lacs, la zone fragile reste linéaire. Donc 100 km<sup>2</sup> regroupant des dizaines de mares et d'étangs sont beaucoup plus dangereux qu'un lac de la même étendue.

Or, après une période initiale de création de grands barrages ostentatoires (dans les années 1950 - 1960) destinés à conférer

une indépendance énergétique aux Etats de la zone inter-tropicale, on a largement vulgarisé les petites retenues à seule vocation agricole, mieux adaptées aux conditions locales du développement. Ces retenues mineures se sont avérées être un risque épidémiologique majeur tant pour les schistosomiasés que pour le paludisme et éventuellement l'onchocercose. Fort heureusement, compte tenu de la variété des systèmes pathogènes, la pénalité encourue ne l'est jamais à la fois pour les trois types d'affection.

Ainsi de nombreux gîtes de simulies ont été détruits lors de la mise en eau des grands barrages (par l'ennoyage des gîtes précédemment en eau vive). Par contre de nouveaux gîtes peuvent apparaître au niveau des déversoirs pour des barrages de gabarit modeste (cas des barrages des Monts du Mandara, au nord Cameroun) ; il a été démontré que les déversoirs en marches d'escalier étaient les plus propices à la prolifération des larves de simulies.

Sous l'angle du paludisme, le débat à engager autour des retenues anthropiques est lui aussi plein de nuances. Souvent les petits barrages subissent des variations de niveau considérables, surtout en zone steppique soumise à une forte sécheresse saisonnière. Des flaques d'eau relictuelles peuvent se former sur les bords de la retenue : en Afrique ce sont les meilleurs gîtes d'*Anophèles gambiae*. En région de savane où les variations sont minimales, se mettent en place les conditions locales d'une transmission pérenne dans un cadre traditionnel de transmission saisonnière. Après un à deux ans de forte morbidité, un nouvel équilibre se crée entre l'homme et le parasite agent du paludisme, ce qui fait qu'à long terme les populations situées à proximité immédiate de la retenue et de l'aménagement anthropiques semblent être moins victimes de malaria que les populations environnantes. Le facteur majeur n'est pas tant l'acquisition d'une pseudo-immunité que l'augmentation souvent considérable des densités humaines qui fait que chaque individu est en moyenne moins agressé par les anophèles que dans l'arrière-pays. Dans la vallée du São Francisco, au Brésil, le paludisme a fait des ravages dans les deux ans qui ont suivi la mise en eau des grands barrages, puis a disparu, l'anophèle

n'ayant pu s'adapter au nouveau cadre floristique d'interfluve imposé par l'homme.

En Afrique, comme en Amérique et en Asie, les aménagements rizicoles ont souvent un caractère épidémiogène très limité, le travail intense et régulier de désherbage des casiers suffisant à perturber l'implantation des vecteurs et des hôtes intermédiaires. Par contre, en Afrique sahélienne, l'irrigation pour la canne à sucre et le maraîchage a provoqué la venue de *Biomphalaria* et l'apparition de *S. mansoni* dans des lieux traditionnellement indemnes. Ainsi note-t-on en 1990 la présence de l'escargot-hôte et du parasite dans les systèmes d'irrigation de Richard Toll (pour la canne à sucre) et du plateau Dogon (pour le maraîchage), bien au-delà de la limite du 12° parallèle nord. Plus encore, la Gezira soudanienne, située entre Nil blanc et Nil bleu, qui connaissait dans les années 1930 quelques cas de schistosomiase urinaire, est depuis 1950 le terrain de diffusion de la schistosomiase intestinale, plus invalidante pour l'homme que la précédente. La colonisation progressive des eaux de surface par *Biomphalaria* se reproduit dans la basse vallée du Nil (Egypte) et dans la vallée de l'Awash (Ethiopie). Dans tous les cas, la mise en place d'une irrigation permanente à débit régulier a abaissé le niveau thermique de l'eau. *Biomphalaria* en a chaque fois profité pour s'acclimater.

### **Les enjeux de l'hydroagriculture : de la modification des écosystèmes au remodelage des sociosystèmes**

La création par l'homme de multiples collections d'eau et de systèmes d'irrigation ne bouscule pas seulement les écosystèmes ; elle affecte aussi les sociosystèmes. L'obligation de « déguerpir » lors de la mise en eau des grandes retenues est cause de traumatismes collectifs, d'abandon de pratiques agricoles éprouvées, d'exposition des populations à des maladies nouvelles. Or au départ, la vulgarisation d'aménagements hydroagricoles dans les pays tropicaux en développement était conçue comme un moyen de meilleure

valorisation des terroirs et par voie de conséquence comme un moyen d'acquérir une autosuffisance (voire des surplus) alimentaire.

Bien géré, un aménagement hydroagricole est synonyme de meilleure activité et de bonne santé. On a déjà évoqué la riziculture : chaque fois que celle-ci fait l'objet de soins constants, elle ne détermine aucune pénalité épidémiologique majeure. Ainsi dans la plaine du Logone et sur le plateau mossi (Burkina Faso) a-t-on pu constater que la transmission bilharzienne restait liée à l'utilisation multiple (boisson, cuisine, vaisselle, lessive, toilette, bain, jeux...) et excessive des cours d'eau traditionnels. De même aux Philippines et en Indonésie la transmission bilharzienne est souvent liée à une mauvaise gestion de l'environnement rizicole : ce sont les canaux élémentaires d'alimentation en eau et surtout les drains, voire les casiers de bas-fonds mal entretenus où on ne réalise qu'une récolte par an, qui accueillent *Oncomelania*. Dans les grandes plantations du Brésil, du Maroc ou d'Afrique Sud saharienne, les précautions sanitaires et la gestion méticuleuse de l'eau empêchent toute transmission. Par contre celle-ci est intense à la périphérie des grands domaines, chez de petits paysans sans moyens qui récupèrent pour leurs usages domestiques et agricoles l'eau évacuée par les grands domaines. Ce schéma épidémiologique se retrouve en marge des grandes oasis du Sahara ou d'Arabie : les lieux épidémiologiquement dangereux se situent principalement sur le pourtour des étangs de récupération des eaux de drainage ; la quête de l'eau est tellement difficile que tous les nécessaires s'y agglutinent. Pour la même raison, les mares traditionnelles des régions steppiques fréquentées par les pasteurs transhumants sont dangereuses. Dans un univers mal aménagé, une trop grande pression de l'homme par point d'eau est toujours facteur d'épidémie (de paludisme ou de bilharziose). Au contraire lorsque l'aménagement hydroagricole est bien mené, le niveau de vie augmente, et ce faisant, la notion de protection apparaît. Ce n'est pas un hasard si les riziculteurs, dès qu'il acquièrent des moyens monétaires, utilisent à présent couramment des moustiquaires imprégnées de pyréthrinoides, ou des « tortillons fumigènes » pour lutter contre les « agressions anophéliennes » et font en

sorte de se ravitailler en eau domestique dans des lieux protégés, évitant ainsi toute pollution urinaire ou fécale qui pourrait induire une forme ou une autre de schistosomiase.

La « modernité » n'est pas toujours synonyme de mieux-être : ainsi en Guadeloupe et à Sainte Lucie, la vulgarisation des adductions d'eau n'entraîne pas toujours l'arrêt de la transmission bilharzienne, les mères de famille gardant l'habitude de faire leur lessive dans les drains des bananeraies, ce qui leur permet d'entretenir une vie sociale de « commérage » tout en gardant un oeil sur les enfants qui s'ébattent dans l'eau.

D'une façon générale, les canalisations en terre sont des sites de transmission des schistosomiasés lorsqu'on ne pratique pas le faucardage régulier des herbes sauvages. Les risques majeurs de transmission de cette maladie se situent de ce fait en principe à l'aval des périmètres irrigués, dans les fossés de drainage ou les mares résiduelles laissés sans surveillance.

De la même façon, les eaux libres à la périphérie des villes peuvent être d'excellents lieux de transmission du paludisme ou des schistosomiasés. Dans les banlieues sous-équipées, les populations de squatters sont sans cesse en quête d'eau. Lorsque la pression au point d'eau est très forte, cela peut déclencher un processus épidémiogène comparable à celui qui se développe autour d'une mare traditionnelle de région steppique. Dans tous les cas, les mouvements migratoires induits par le manque d'eau chronique sont porteurs de maladies. C'est si vrai qu'on a pu quantitativement vérifier dans le Sahel africain que les pasteurs itinérants présentaient des prévalences bilharziennes toujours supérieures à celles des agriculteurs sédentaires, même lorsque ceux-ci intégraient l'hydroagriculture. D'une façon générale, les itinérants, les migrants interviennent comme un réservoir important de parasites. Ceci est vrai tant à l'échelle d'une région, que d'un village, voire d'une famille.

Selon le statut de chaque individu dans la famille, le risque d'infestation est lui aussi très variable ; les enfants de sexe masculin, par leurs jeux et le gardiennage du bétail, les jeunes

filles et jeunes femmes par leur quête quotidienne d'eau peuvent être en contact régulier avec des eaux de surface infestées de cercaires.

C'est donc la qualité de gestion de l'aménagement et non l'aménagement lui-même qui comporte parfois des aspects sanitaires pénalisants. Le problème est donc d'intégrer ces aménagements dans des plans compréhensibles visant à une bonne organisation des collectivités locales bénéficiaires. Une gestion bureaucratique d'un périmètre par des agents de l'Etat aboutit trop souvent à un désintérêt des populations, quelle que soit la qualité des ouvrages mis à leur disposition. Une demande d'équipement et une gestion directe de ces mêmes populations aboutissent au phénomène inverse.

Si les grandes endémies tropicales gagnent actuellement du terrain, cela prouve un usage mal compris des aménagements hydroagricoles. Les agents de développement devront à l'avenir mieux dégager la logique environnementale de ces aménagements pour que les populations aient la possibilité soit de s'y investir soit de maintenir le fragile équilibre du milieu dont elles disposent. On ne peut plus faire d'investissements fort coûteux si on n'est pas sûr qu'ils soient « bien » gérés. D'où l'importance de diffuser une « éducation de base » solide avant de vouloir modifier les conditions de vie d'une population. Cette idée est valable quel que soit le niveau de développement collectif de la population de référence, mais sa valeur s'accroît d'autant plus que le niveau de maîtrise des nouvelles technologies enregistré localement est faible. Cela doit nous amener à plaider pour des améliorations limitées de techniques ayant déjà fait leur preuve, déjà « acclimatées » dans la population, en sachant qu'une technologie mal assimilée est un puissant facteur de déstabilisation tant écologique que sociale.

Ainsi donc 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 d'impact et d'une connaissance de la société

et de ses éléments de régulation qu'on doit être en mesure d'attendre d'un chercheur « ethno-géographe ».

## Bibliographie

- Doumenge J.-P., [éd.] 1983. *De l'épidémiologie à la géographie humaine*. CEGET-CNRS, (Talence, Trav. et Doc. de Géo. Trop. n° 48), 314 p.
- Doumenge J.-P. *et al.*, 1987. *Atlas de la répartition mondiale des schistosomiasés / Atlas of the global distribution of schistosomiasis*. Talence, Centre d'Etudes de Géographie Tropicale du CNRS ; Genève, OMS/WHO ; Talence, Pub. 400 p., 49 tabl., 49 cartes coul., bibliogr.
- Doumenge J.-P., 1988. « Aménagements hydro-agricoles et diffusion des schistosomiasés humaines en Afrique », in : *Géographie et écologie des milieux tropicaux*. CEGET-CNRS, (Talence, Trav. et Doc. de Géo. Trop. n° 48), pp. 195-202.
- Picq J.-J., 1982. Epidémiologie du paludisme, première endémie mondiale. *Médecine tropicale*, 42 (4), pp. 365-381
- Mouchet J., 1990. Les maladies à vecteurs dans un monde en mutation. *Bull. Séances Acad. Roy. Sc. d'Outre-Mer*, Bruxelles, pp. 369-387 .
- Remy G., 1988. *Paysages et milieux épidémiologiques dans l'espace Ivoir-burkinabè*. Talence, Mémoire du Centre d'Etude de Géographie Tropicale du CNRS, n° 4, 264 p.