

## Eau et santé humaine dans le nord-est semi-aride du Brésil

**L'Institut de recherche pour le développement (IRD) a mené de 1996 à 2001 en Tunisie, en Côte d'Ivoire, au Mexique et au Brésil un programme multidisciplinaire sur le fonctionnement et sur les conséquences des petits barrages en milieu semi-aride tropical. Le stockage de l'eau douce peut avoir des conséquences négatives sur la santé humaine en favorisant la présence ou l'extension de maladies infectieuses, mais aussi positives par l'intermédiaire de l'amélioration de la disponibilité alimentaire et du pouvoir d'achat. La situation a été particulièrement étudiée dans le nord-est du Brésil.**

Pierre GAZIN

IRD, CFRMST,  
Faculté de médecine Nord,  
Boulevard Dramard  
13916 Marseille 13.

Gloria MELO

Hospital Oswaldo-Cruz,  
Universidade de Pernambuco,  
Recife, Brasil.

Constança BARBOSA

Instituto Aggeu-Magalhaes,  
Fundação Oswaldo-Cruz,  
Recife, Brasil.

Dans les régions présentant une pluviosité irrégulière ou faible, en comparaison de l'évaporation et de la capacité de rétention des sols, l'eau est le premier facteur limitant de la production agricole. C'est une situation fréquemment observée en zone tropicale. Dans une grande partie de l'Asie, la régularité de la production est assurée depuis plusieurs siècles par l'irrigation. Elle a permis un accroissement démographique considérable et a participé à la structuration politique. En revanche, les territoires jusqu'à présent peu peuplés de l'intérieur de l'Afrique ou de l'Amérique du Sud tropicales subissent la contrainte de l'aridité sans avoir de tradition de gestion de l'eau. Des réservoirs ne sont construits que depuis quelques décennies. Ce n'est que récemment que l'agriculture se tourne vers des productions irriguées. Cette forme d'utilisation des ressources, parfois associée à la pêche et à la pisciculture, permet d'obtenir une meilleure production alimentaire, quantitativement et qualitativement, ainsi que, généralement mais non obligatoirement, une meilleure

sécurité alimentaire des populations riveraines [1].

Dans les pays tropicaux, un certain nombre de pathologies infectieuses sont liées à l'eau. Leurs agents étiologiques sont soit transmis par des vecteurs se développant au moins pour une partie de leur vie dans ce milieu (paludisme, schistosomose, arboviroses), soit transmis directement, l'eau ou l'humidité assurant leur survie pendant leur séjour dans le milieu extérieur (helminthes intestinaux). La multiplication des réservoirs peut faire craindre le développement d'épidémies ou d'endémies locales, voire leur extension régionale. Cette multiplication inquiète d'autant plus que la médecine hippocratique s'est construite en préconisant l'établissement des humains dans des lieux considérés comme salubres, à distance des eaux stagnantes. Cette notion a accompagné toutes les activités d'assainissement et d'hygiène aussi bien en Europe que sous les tropiques.

Le bilan des conséquences des réservoirs sur la santé humaine ne peut se limiter à la recherche des cas de maladies infectieuses et de leurs vecteurs. Il

## Références

1. Parent G, Ouedraogo A, Zagré N, Compaoré I, Kambiré R, Poda JN. Grands barrages, santé et nutrition en Afrique : au-delà de la polémique. *Cah Santé* 1997 ; 7 : 417-22.
2. Tia E, Gazin P, Molez JF, Koné A, Louchouart L. Aménagements hydro-agricoles et nuisance culicidienne. L'exemple de Banzon (Burkina Faso). *Cah Santé* 1992 ; 2 : 114-8.
3. Coutinho A, Silva M, Gonçalves JF. Estudo epidemiológico da esquistossomose mansônica em áreas de irrigação do Nordeste brasileiro. *Cad Saúde Públ* 1992 ; 8 : 302-10.
4. Groupe de travail. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *Bull WHO* 1986 ; 64 : 929-41.
5. Waniez P. La mortalité de la population brésilienne. Un exemple de couplage données censitaires/données d'enquête. *Cah Amériques* 1997 ; 24 : 155-80.
6. Gazin P, Simões Barbosa C, Bouvy M, Audry P. Registro de ocorrência de vetores da esquistossomose mansônica em açude do Sertão de Pernambuco. *Rev Soc Bras Med Trop* 2000 ; 33 : 407-8.
7. Perez E, Gazin P, Furtado A, et al. Parasitoses intestinales et schistosomose en milieu urbain, en région littorale et en région semi-aride du nord-est du Brésil. *Cah Santé* 2000 ; 10 : 127-9.
8. Deane L. Malaria studies and control in Brazil. *Am J Trop Med Hyg* 1988 ; 38 : 223-30.
9. Albuquerque MF. Bancroftian filariasis in two urban areas of Recife, Brasil: The role of individual factors. *Rev Inst Med Trop São Paulo* 1995 ; 37 : 225-33.

doit prendre en compte les améliorations de la disponibilité alimentaire ainsi que celles des ressources financières, dont dépend *in fine* le fonctionnement des services de soins à travers les ressources disponibles et le niveau d'éducation. Les polémiques sur les répercussions de l'eau dans le domaine de la santé sont rarement résolues faute d'études de terrain. La réflexion se fait souvent *a posteriori*, après la construction des aménagements, sans avoir eu d'approche préalable sérieuse. Des aberrations facilement évitables dans des aménagements conçus par des ingénieurs sans compétence en santé publique ne sont pas rares, particulièrement dans les pays en développement [2].

Le bilan de la multiplication des retenues sur l'état de santé est-il plutôt positif ou négatif ? La question a été étudiée de 1997 à 2000 dans le nord-est semi-aride du Brésil. De nombreux petits barrages y ont été construits, occupant pratiquement tous les sites possibles, faisant redouter le développement de pathologies infectieuses, en particulier la schistosomose intestinale, présentes dans la zone voisine de la production de canne à sucre, la *Zona da Mata* [3]. Outre les maladies infectieuses, la situation de la santé a été approchée par l'observation de l'accès aux soins, de l'état nutritionnel des enfants et du taux de mortalité infantile.

## Méthodologie

L'étude a été menée dans trois sites de l'État de Pernambuco : celui du barrage de *Ingazeira* situé dans l'*Agreste* à 200 km du littoral (pluviosité de l'ordre de 900 mm, usage de la terre autant pour la production agricole, en particulier le maraîchage, que pour l'élevage

bovin) ; celui du barrage de *Cajueiro* dans le *Sertão* à 350 km du littoral (pluviosité de l'ordre de 700 mm, végétation naturelle de buissons denses, la *caatinga*, apte à résister à plusieurs mois sans précipitations, activités essentiellement d'élevage) ; le hameau de *Caatingueira* proche de *Cajuciro* choisi comme témoin car ne possédant pas de retenue utilisée pour l'agriculture (*figure*). Ces sites sont reliés à la capitale, *Recife*, par un bon réseau routier permettant des échanges importants et rapides. Les divisions traditionnelles en *Zona da Mata*, *Agreste* et *Sertão* correspondent à des différences de pluviosité, décroissante depuis le littoral, de sols et de types de production agricole. Aucune de ces régions n'est actuellement isolée.

La population a été informée des buts du travail et un recensement a été effectué. L'accord de chaque adulte a été demandé pour lui-même et pour les enfants sous sa responsabilité. Les données sur les pathologies infectieuses ont été recueillies au cours de visites domiciliaires : examens cliniques, examens parasitologiques directs des selles, recherche d'anticorps dirigés contre *Trypanosoma cruzi*, l'agent de la maladie de Chagas. Le poids et la taille des enfants de l'âge de 3 mois jusqu'à 11,5 ans ont été mesurés pour déterminer leur état nutritionnel, un indicateur de leur état général ainsi que de la capacité de production et d'adaptation de la population. L'état nutritionnel a été déterminé selon les valeurs des rapports poids/taille et poids/âge comparées aux valeurs du *National Center for Health Statistics* en retenant les seuils d'anormalité de moins deux et moins trois écarts-types [4]. Les données sur le fonctionnement des services de soins ont été obtenues auprès de la population et auprès des agents de ces struc-



Figure. Carte schématique de l'État de Pernambuco, nord-est du Brésil, et des sites étudiés.

tures. Les données démographiques proviennent des secrétariats à la Santé de l'État de Pernambuco et des municipalités étudiées.

## Résultats

Les hameaux regroupent chacun moins de 250 habitants. Les 0-14 ans représentent 37 % des 635 individus recensés. Avec une pyramide des âges concave et un léger retrait des 0-4 ans, celle-ci a une structure démographique classique dans le nord-est du Brésil où la transition démographique est en cours de réalisation [5]. Les plus de 60 ans sont au nombre de 8 %. Cette structure étirée semble être la conséquence de l'émigration des adultes jeunes, généralement vers São Paulo. Les 137 habitations sont en majorité en maçonnerie (69 %) et reliées au réseau d'électricité (73 %). Les constructions traditionnelles en pisé tendent à disparaître. À Inga-zeira, quelques familles de pêcheurs vivent dans des habitats précaires en bâches de plastique construits sur les berges de la retenue. Un tiers des domiciles possède des sanitaires reliés à une fosse. Pour les autres, la défécation se fait dans les bosquets, loin de l'eau.

Des échantillons de selles ont été fournis par 352 individus. Aucun œuf de *Schistosoma* n'a été trouvé. L'absence de transmission de la schistosomose intestinale dans ces sites peut être affirmée. Aucun mollusque hôte intermédiaire, du genre *Biomphalaria*, n'a été observé sauf dans une petite retenue proche de Cajueiro où *B. straminea* était présent [6]. L'eau y était très peu salée, de pH neutre, bien différente de celle des autres réservoirs de la région. La nature du sol et l'assèchement fréquent des retenues aboutissent dans la plupart des sites à des eaux salées. Cette salinité paraît être le principal facteur limitant la prolifération des hôtes intermédiaires de la schistosomose. Leur présence dans un réservoir montre que leur rareté dans les parties arides du nord-est n'est pas une situation immuable. Des œufs d'helminthes ont été observés chez 12 % des examinés de Inga-zeira, avec des charges faibles à modérées. Il s'agit le plus souvent d'individus vivant dans les pires conditions. À Cajueiro et Caatingueira, ces helminthes sont très rares [7].

Le paludisme a été endémique sur tout le littoral du Brésil jusque dans les années

1950. Sa transmission était essentiellement assurée par *Anopheles aquasalis*. Le nord-est côtier a été en outre atteint par une épidémie particulière due à l'introduction d'*An. gambiae* vers 1930, éradiquée par une lutte remarquable entre 1938 et 1941 [8]. Aucun cas de transmission de paludisme n'a été observé dans l'Agreste ou dans le Sertão au cours des trente dernières années. Les anophèles ne se sont probablement jamais développés dans ces zones. Les collections d'eau, aux limites nettes, bordées de sols sableux ou caillouteux ne sont pas favorables aux larves. La présence de piscions, de crapauds, la rareté de la végétation immergée participent à cette situation. Il faut cependant admettre que tous les éléments qui y contribuent ne sont pas connus. La filariose de Bancroft est présente sur le littoral urbanisé où sa transmission est assurée par des *Culex*. Ces vecteurs sont des moustiques des eaux sales de la grande ville [9]. Les zones rurales en sont exemptes. Le seul vecteur de la dengue connu au Brésil est *Aedes aegypti*, anthropophile et urbain [10]. Ses larves ne se développent pas dans les grandes retenues ni dans les collections d'eau chargées de matière organique. Il ne semble pas y avoir eu de cas de cette arbovirose dans les régions étudiées, malgré la tendance à qualifier de dengue tout syndrome grippal. Les *Aedes* n'y ont pas été observés. Seuls deux porteurs de lésions cutanées évocatrices de leishmaniose ont été trouvés et confirmés en sérologie. La leishmaniose n'est pas une endémie fréquente dans ces régions alors que, dans la Zona da Mata et dans l'Agreste la joutant, la transmission est importante [11]. Les insectes vecteurs, des phlébotomes, ne trouvent pas dans les régions semi-arides des conditions favorables. La faible pluviosité, la sécheresse des sols en dehors des quelques points d'irrigation, participent à cette situation.

Une seule endémie infectieuse grave, la maladie de Chagas ou trypanosomose américaine, a été observée. La transmission de cette zoonose, endémique en Amérique du Sud ainsi qu'en Amérique centrale et liée à la sédentarisation des hommes dans un milieu naturel favorable aux insectes vecteurs, n'a aucun lien avec l'eau. Depuis trente ans, elle a fortement décliné au Brésil, résultat des activités de contrôle ainsi que de l'amélioration de l'habitat, de l'augmentation des revenus, et de l'éducation [12]. L'infection

est désormais observée surtout chez les plus de 40 ans. Sur 246 examinés, un quart était trouvé infecté, tandis que parmi 103 enfants de moins de 12 ans, pas un seul ne l'était [13]. Près de la moitié des infectés présentait des signes cliniques de la maladie. En dehors de la situation particulière de cette étude, les diagnostics de maladie de Chagas sont rarement portés, la prise en charge médicale exceptionnelle. La maladie reste un fléau redouté. La faiblesse actuelle de la transmission permet d'espérer la disparition de la maladie en tant que problème majeur de santé publique dans les prochaines décennies.

Il n'apparaît pas d'importants déficits nutritionnels chez les enfants ni de différence entre les enfants des communautés utilisant des barrages et les autres. La population observée réussit à nourrir ses enfants malgré des conditions économiques et techniques peu favorables.

Les municipalités assurent le fonctionnement de centres de santé permettant la prise en charge des urgences et des soins courants. La population les utilise largement, y compris pour des pathologies bénignes. Des médicaments sont fournis dans les limites des stocks. L'insuffisance de personnel qualifié est la principale difficulté. Un réseau d'agents de santé villageois est en cours d'organisation avec un rôle d'éducation sanitaire et de suivi des malades. Des médecins ont des cabinets privés de consultation peu fréquentés par les ruraux à cause de leur coût. Pour accéder à des soins spécialisés gratuits, la population se déplace jusqu'à Recife où elle est accueillie dans les hôpitaux publics. La qualité de l'accueil et des soins pourrait être améliorée. Elle est déjà remarquable pour une population de faible capacité économique.

Le taux de natalité est entre 24 et 30 ‰ dans la municipalité de Tuparetama dont fait partie Cajueiro, et de 16 ‰ à Venturosa dont fait partie Inga-zeira. Un défaut d'enregistrement est possible dans cette municipalité. Le taux de mortalité infantile, de la naissance au premier anniversaire, est de 20 pour mille naissances vivantes. Le risque de sous-enregistrement des décès est réduit. Ce faible taux corrobore les données sur l'ensemble de la région en faveur d'une mortalité infantile basse, avec un taux de 31 ‰ fort différent de ce qui est observé dans certaines parties des

pays les moins avancés, ainsi qu'en Zona da Mata [14].

## Discussion et conclusion

Des pathologies, en particulier infectieuses, peuvent apparaître ou s'intensifier là où l'eau est stockée. Ces maladies sont à appréhender d'un point de vue global, non pas en se limitant à la recherche de l'éventuel vecteur ou cas, mais en faisant un bilan des problèmes de santé et des avantages qui découlent de la maîtrise de l'eau. Ceux-ci sont globalement indiscutables : les grandes civilisations et les fortes densités humaines sont apparues dans les régions tropicales là où l'eau était maîtrisée, pas ailleurs.

Le choix de stockage de l'eau a été clairement effectué par les paysans du nord-est du Brésil. Pratiquement toutes les déclivités sont aujourd'hui fermées par des barrages de terre. Personne n'envisage d'en réduire le nombre, même là où l'excessive réduction des bassins-versants est flagrante. La demande de la population, c'est qu'il pleuve, que l'eau emplisse les retenues, que l'agriculture et l'élevage produisent.

Les observations réalisées dans l'Agreste et dans le Sertão montrent l'absence de pathologie infectieuse conséquence de la multiplication des retenues d'eau ou de leur usage. Les effectifs observés sont réduits, mais les résultats sont suffisamment nets pour avoir une signification pour l'ensemble des régions étudiées. L'état de santé de la population est bon, malgré des conditions de vie rudes, aggravées par une importante sécheresse ces dernières années. Une seule endémie grave est actuellement présente : la maladie de Chagas. Elle n'est pas liée à la présence de l'eau. Depuis trente ans, sa transmission décroît de manière très marquée. Il existe un risque théorique lié aux toxines produites par les cyanobactéries présentes dans certaines retenues [15]. Leurs eaux étant très malodorantes, elles ne sont pas bues par la population.

Des avantages directs des retenues sur la santé sont difficiles à démontrer dans une population qui ne vit nulle part loin de l'eau et en tire toujours des avantages. La maîtrise de l'eau de surface s'inscrit dans un contexte général d'amélioration des techniques de production, de l'éducation et d'une ouverture vers les régions voisines. L'intérieur du nord-

est brésilien est pauvre, mais il a bénéficié ces dernières décennies d'une amélioration importante de ses infrastructures. Les liaisons routières fonctionnent bien. Le niveau général d'instruction n'est pas mauvais. Une grande partie des moins de 20 ans est actuellement scolarisée. L'accès à des soins fonctionne. Les hommes se perçoivent responsables d'un espace qui est le leur, qu'ils investissent, ne veulent pas voir déperir et qu'ils tentent d'améliorer. La faiblesse des ressources est partiellement compensée par une solidarité de communauté, par le transfert des revenus des émigrés vers leurs familles restées sur place, ainsi que par les aides non négligeables qui proviennent de Brasília. Malgré les difficultés provoquées par les sécheresses itératives, Agreste et Sertão ne sont plus les terres de la détresse. La maîtrise de l'eau est un des éléments essentiels de cette amélioration.

Les résultats de cette étude ne peuvent pas être extrapolés à l'ensemble des régions semi-arides où des retenues d'eau sont construites et exploitées. Il peut apparaître dans certaines conditions des problèmes spécifiques liés à un nouvel usage de l'eau. Le développement des schistosomoses dans la région d'Assouan et dans les zones irriguées du Sénégal en sont l'illustration [16]. Ces maladies peuvent être prévenues par des mesures souvent simples, d'autant plus applicables que la population, instruite, les comprend, se sent concernée, et veille à leur réelle et régulière application. Elles sont traitables à des coûts modérés, compatibles avec les revenus d'agriculteurs. Entre le risque de schistosomose et la possibilité d'améliorer ses revenus grâce à des récoltes régulières, le paysan des régions semi-arides, si le choix lui est présenté, opte probablement pour le stockage de l'eau.

Le stockage de l'eau dans des régions tropicales peut dans certains cas favoriser le développement de maladies infectieuses, en particulier celles qui sont transmises par des vecteurs ou des hôtes intermédiaires. Cette situation n'a cependant rien d'obligatoire, tous les milieux n'étant pas favorables même après la construction de réservoirs. Lorsque les transmissions s'installent, elles peuvent être contenues par des mesures d'aménagement et des mesures sanitaires. L'amélioration des conditions de vie, conséquence de la maîtrise de l'eau, favorise le développement de ces mesures ■

## Références

10. Dégallier N, Travassos da Rosa APA, Vasconcelos PFC, et al. La dengue et ses vecteurs au Brésil. *Bull Soc Path Ex* 1996 ; 89 : 128-36.
11. Da Silva O, de Sousa ME, dos Santos F, da Silva P, Gazin P. La leishmaniose tégumentaire américaine dans la région sucrière du Pernambouc, nord-est du Brésil. *Cah Santé* 2000 ; 10 : 123-6.
12. Camargo ME, da Silva GR, de Castilho EA, Siveira AC. Inquerito sorológico da prevalência de infecção chagásica no Brasil, 1975/1980. *Rev Inst Med Trop São Paulo* 1984 ; 26 : 192-204.
13. Gazin P, Melo MGA, Albuquerque ALT, Oliveira W Jr. A doença de Chagas no Sertão de Pernambuco. *Rev Soc Bras Med Trop* 1999 ; 32 : 112.
14. Governo de Pernambuco, Secretaria de Saúde. Mortalidade infantil em Pernambuco (1980-1991) : geografia, magnitude e significados. *Cadernos de Avaliação. Projeto Salva-vidas* 1996 ; 310 p.
15. Bouvy M, Malica R, De Oliveira S, Marinho M, Beker B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. *Aquat Microb Ecol* 1999 ; 20 : 285-97.
16. Picquet M, Ernould JC, Vercruysse J, et al. The epidemiology of human schistosomiasis in the Senegal river basin. *Trans Roy Soc Trop Med Hyg* 1996 ; 90 : 340-6.

## Résumé

À distance du littoral, le nord-est du Brésil est une région tropicale semi-aride avec des précipitations annuelles de l'ordre de 700 mm, très irrégulières selon les années, et une évaporation supérieure à 3 m. Dans ce *Sertão*, les principales activités sont la production de bovins et de poulets et une polyculture de subsistance. Depuis des décennies, les producteurs ont répondu aux contraintes du milieu par la construction de milliers de barrages collinaires, modifiant considérablement le paysage. Cette situation a fait craindre l'apparition ou le développement de maladies infectieuses, particulièrement celles transmises par des vecteurs liés à l'eau. La situation de la santé humaine a été étudiée de 1997 à 2000 dans trois sites de l'État de *Pernambuco*. La schistosomose intestinale, la pathologie la plus préoccupante en raison de sa présence dans la proche région sucrière, ne s'est pas installée, probablement du fait de la salinité importante de la plupart des retenues. Le paludisme, autrefois présent sur le littoral, semble ne s'être jamais transmis dans ces régions. Les prévalences des helminthiases intestinales sont bien plus faibles que près du littoral. La seule infection endémique grave est la maladie de Chagas. Sa transmission, sans aucun lien avec l'eau, a beaucoup diminué depuis trente ans. L'état nutritionnel des enfants est assez bon, sans différence apparente selon l'usage ou non d'un barrage par les familles. Ces barrages n'ont aucune conséquence négative sur la santé des populations riveraines. Des effets positifs sont difficiles à prouver. L'état de santé est globalement bon, bien plus proche de celui des pays développés que de celui habituellement observé dans les pays pauvres. Les importants efforts d'éducation, la forte cohésion sociale, les transferts financiers depuis le Sud plus développé du pays participent à cette situation.

*Sujets : Eau ; Santé.*

## Summary

The inland of Northeast Brazil, the *Sertão*, is a semi-arid area with an average rainfall of 700 mm/year. The rains are very irregular whereas the evaporation is above 3 m. The main activities are mixed farming, cow and chicken production. The breeders need water for animal supply and grass and ration production. Their answer to this constraint has been to build dams for decades in order to hold the running water. The landscape has been deeply transformed by the emergence of thousands of reservoirs of a few hectares. This situation has created a good deal of preoccupation as to the risk of infectious diseases, especially vector-borne diseases in relation with the use of water. The general health status of the population has been observed from 1997 to 2000 in three localities of the *Pernambuco* State. Intestinal schistosomiasis is the most worrying disease owing to its presence in the sugar region nearby. However it did not spread out probably because of the unfavourable salinity of dam water for the specific molluscs. Though malaria transmission occurred formerly in the coastal area, it has not spread to this area. *Anopheles* vectors have not found favourable conditions to grow. Intestinal parasitic infections have much lower prevalence rates than on the littoral. The only endemic and severe infection is Chagas' disease, present in this area for centuries. Its transmission which has nothing to do with water storage since its vectors live in dry spots, has been decreasing for years. The nutritional status of children is reasonably good without apparent differences between those having direct advantage of dams and those being controlled. The dams have no negative effects as far as health is concerned. It is more difficult to prove the positive ones. However, the health situation is generally good, closer to health levels in developed countries than those usually observed in the undeveloped ones. Considerable efforts for education, a strong social cohesion, money transfers from the more developed Southern part of the country play a role in this situation.