

# QUÊTE D'AVENIRS

---

CRDI 1988



L'eau douce

---

Un impératif pour l'humanité

© Centre de recherches pour le développement international 1989  
Adresse postale : C.P. 8500, Ottawa (Ontario), Canada K1G 3H9

CRDI, Ottawa, Ont., CA

IDRC-272f

Quête d'avenirs : CRDI 1988 ; l'eau douce — un impératif pour  
l'humanité. Ottawa, Ont., CRDI, 1989. 44 p. : ill.

/Alimentation en eau/, /besoin en eau/, /ressources en eau/, /CRDI/,  
/projets de recherche/, /pays en développement/ — /qualité de  
l'eau/, /eau potable/, /consommation d'eau/, /participation sociale/,  
/éducation sanitaire/, /eau souterraine/, /hydrogéologie/, /pollution de  
l'eau/, /pompes/, /épuration des eaux/, /nouvelles technologies/,  
/dissémination de l'information/, bibliographie.

CDU : 061.1(71)55148

ISBN : 0-88936-547-4

ISSN : 0714-7287

Édition microfiche offerte sur demande.

*This publication is also available in English.*

*La edición española de esta publicación también se encuentra disponible.*

---

*Toutes les photos ont été prises par le personnel du CRDI à moins  
d'indication contraire.*

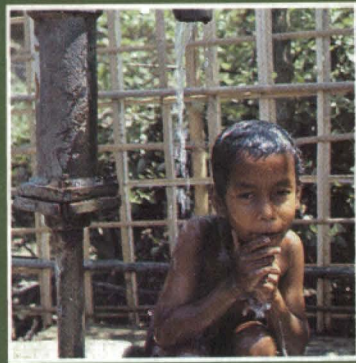
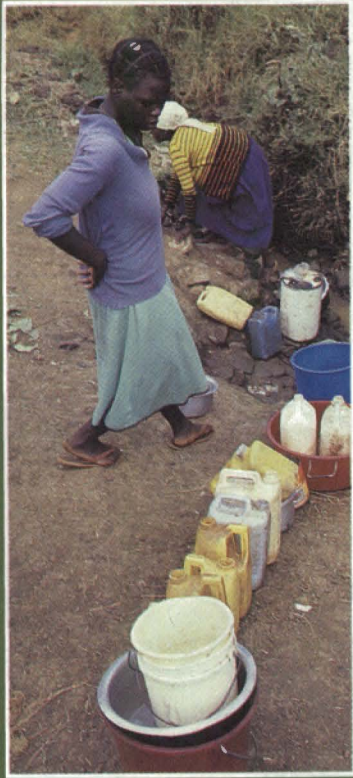
*Couverture recto : La vie sur les canaux de Srinagar, en Inde.*

*Couverture verso : Le Mouvement Sarvodaya de Sri Lanka dispense à de  
jeunes femmes une formation qui leur permet de  
fabriquer, d'installer et d'entretenir des pompes à  
main.*



## L'eau douce : un impératif pour l'humanité

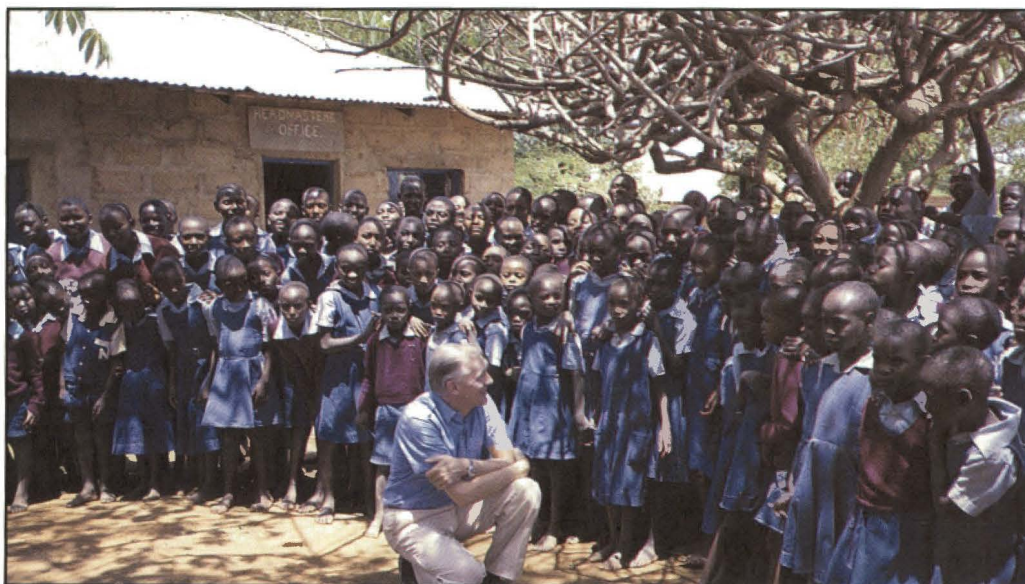
Introduction .....	3
Les approvisionnements globaux .....	5
L'eau et les êtres humains .....	7
L'eau tirée du sol .....	11
Transport et emmagasinage .....	21
Analyse et traitement .....	30
Les dangers de l'eau douce .....	35
Information pour les spécialistes .....	38
Conclusion .....	41
Publications et films .....	42



# INTRODUCTION

Les anciens vénéraient l'eau. À l'ère de l'innocence, la terre, l'air, le feu et l'eau étaient considérés comme les quatre éléments fondamentaux. La mythologie leur prêtait une grande richesse de caractère et tout un éventail d'attributs mystérieux. Au cours des siècles, les établissements, les activités et les festivals des humains ont tous reflété le rôle essentiel de l'eau douce.

Aujourd'hui, à l'ère de la science, les mythes et les mystères ne sont plus à la mode. Pas plus, semble-t-il, que le respect pour l'eau. L'indifférence, l'ignorance et la rapacité des humains se conjuguent globalement pour gaspiller l'eau, la polluer, la détourner et ainsi en priver les voisins. Il n'y a vraisemblablement aucune autre ressource qui soit en même temps aussi précieuse pour certains et aussi négligeable pour d'autres. Le droit international, la justice et le bon sens exigent des intervenants en amont qu'ils agissent de façon responsable. Les habitants en aval ont le droit d'être protégés contre la spoliation et les détournements, tant en qualité qu'en quantité. Mais des déchets empoisonnés n'en sont pas moins déversés, parfois dans les rivières et les lacs, parfois dans l'atmosphère où ils sont à l'origine des pluies acides, tout comme si l'eau saine n'avait aucun intérêt et l'eau empoisonnée aucune conséquence. Les activités destructrices en amont ne se confinent pas non plus à l'eau. Le cycle normal de l'eau est perturbé trop souvent et sur une trop grande échelle. Les cours d'eau se transforment en torrents destructeurs.



*Des élèves de l'école primaire Kakuyuni, au Kenya, expliquent avec fierté à Ivan L. Head, président du CRDI, comment ils ont distribué 5 000 plantules dans le cadre d'un projet local de foresterie.*

Ainsi, les cycles naturels et anciens de la pluie et de la sécheresse, de l'abondance et de la famine, de la santé et des maladies contagieuses sont-ils compliqués et aggravés par les activités des êtres humains d'aujourd'hui. Face à de tels problèmes, l'efficacité compensatrice de la science et de la technologie a des limites. On peut mettre au point des techniques pour conserver l'eau, recycler ou éliminer les déchets, ou encore concevoir des pompes à main plus efficaces. Cependant, si l'on ne comprend pas le caractère essentiel de ces techniques, si l'on n'affecte pas les ressources nécessaires à leur diffusion, si les gouvernements ne s'engagent pas à adopter des politiques sages, ni les connaissances, ni la technologie ne se révéleront adéquates.

Cette publication est consacrée à l'eau. Une discussion de la problématique de l'eau ne doit cependant pas se limiter aux aspects matériels de la question. Le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) estime que les attitudes, connaissances et comportements des êtres humains sont des facteurs essentiels à l'amélioration des problèmes de l'eau. Dans certains cas, des travaux de recherche judicieux permettront peut-être de mieux comprendre ces caractéristiques. Dans d'autres cas, on ne peut qu'espérer que les humains en viendront encore une fois à accorder à l'eau le respect que lui montraient les sociétés des siècles précédents. En ce sens, la science et la technologie ont malheureusement eu une influence négative. L'hypothèse erronée selon laquelle la science peut à elle seule surmonter tous les problèmes nous a amenés à perdre de vue le sentiment d'humilité et de fragilité de la race humaine que les humains éprouvaient autrefois et à y substituer beaucoup trop souvent une croyance tout à fait injustifiée en sa supériorité.

La terre, l'air, le feu et l'eau sont aussi représentatifs de l'environnement naturel aujourd'hui qu'ils l'étaient à l'époque de la préhistoire. La Commission Brundtland a décrété aussi sévèrement que les dieux anciens que la survie même de l'espèce humaine dépendait d'une gestion circonspecte de cet environnement.

Ces derniers mois, la présidente de la Commission Brundtland a confié au CRDI toutes les archives originales de la Commission. La bibliothèque du CRDI a accepté la responsabilité de préserver et de gérer ces importants documents. Les informations qui y sont contenues encourageront le CRDI et orienteront ses activités. Nous sommes convaincus que le rapport de la Commission sera le stimulant dont nous avons besoin pour utiliser sagement notre science et notre technologie, et ainsi vivre en harmonie avec nos ressources hydriques.

*Ivan L. Head  
Président du CRDI*

# LES APPROVISIONNEMENTS GLOBAUX

Après l'oxygène, l'eau douce est la composante la plus importante pour la survie de l'être humain. Sans eau, personne ne peut survivre plus de trois jours en moyenne. L'eau représente 67 % du poids d'un être humain et 90 % de son volume corporel.

L'eau douce ne constitue que 3 % du total des approvisionnements en eau de la planète; le reste est composé d'eau salée. Une grande partie de cette eau douce se retrouve sous forme de glaciers et de glaces polaires, qui, en général, ne se prêtent pas à la consommation humaine (à moins d'être un Inuk qui coupe un bloc de glace à même un iceberg côtier et qui le rapporte à la maison sur sa motoneige pour le faire fondre et ainsi obtenir de l'eau potable). De la même façon, une grande partie des eaux souterraines est emprisonnée dans des formations rocheuses profondes, hors de portée de la technologie conventionnelle.

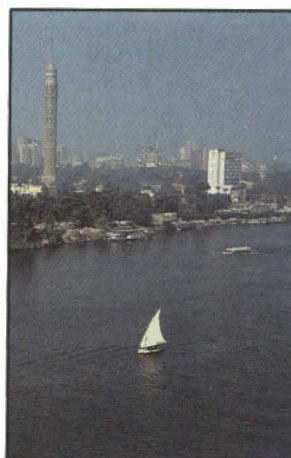
Ne représentant qu'une fraction infime de l'eau dans le monde, les réserves mondiales d'eau douce accessibles sont plus que suffisantes pour soutenir la population croissante de la terre, qui se chiffrait à 5,1 milliards d'habitants en novembre 1988. Le problème pour les villageois, les citadins, les gouvernements et les organismes de développement consiste à amener l'eau là où on en a besoin, à un coût abordable et sans détérioration de sa qualité.

## Le cycle hydrologique

Le principal mécanisme d'approvisionnement en eau douce est le cycle hydrologique global. L'eau des masses continentales et des mers s'évapore, se débarrassant ainsi de son sel. Des nuages se forment et cette vapeur d'eau atmosphérique se condense sous forme de pluie ou de neige.

Cette eau en provenance du ciel remplit les réservoirs de surface comme les rivières et les lacs, réhumidifie le sol et recharge les aquifères, ces couches souterraines de sol ou de roches perméables. La plus grande partie des précipitations retourne vers la mer, directement, par écoulement souterrain, ou indirectement, par l'entremise des cours d'eau se jetant dans la mer. Ainsi, le cycle hydrologique se répète sans fin.

Les humains se sont souvent installés dans les endroits où l'eau douce était la plus accessible et la plus abondante pour vivre et commercer. Ainsi, l'un des berceaux de la civilisation a vu le jour dans les plaines fertiles encadrées par le Tigre et l'Euphrate, dans l'Iraq d'aujourd'hui. Son nom classique, Mésopotamie, vient d'une expression grecque



*Fontaine des pharaons et source de la fertilité agricole des terres, le Nil est le fleuve le plus long au monde.*

signifiant «entre deux fleuves». Pareillement, la civilisation égyptienne a prospéré le long de la vallée fertile du Nil.

Cependant, les peuples s'installent souvent dans des régions où il n'y a pas suffisamment d'eau douce, dans certains cas pour fuir la maladie. Dans certaines régions de l'Afrique occidentale, par exemple, des populations rurales ont quitté des terres fertiles pour se protéger contre l'onchocercose, une maladie parasitaire transmise par les mouches noires qui se reproduisent dans les rapides.

### La richesse hydrique

La quantité d'eau théoriquement disponible sur terre pour consommation humaine est de beaucoup supérieure à la quantité utilisable dans la pratique. Le tableau 1 donne une liste de la «richesse hydrique» brute de certains pays. De toute évidence, la densité de la population et sa répartition, de même que les fluctuations annuelles de la pluviosité, auront des répercussions importantes sur la richesse hydrique «véritable» d'une nation.

Dans les pays où la pluviosité annuelle est faible et caractérisée par de fortes variations (par exemple l'Afrique subsaharienne, l'Arabie saoudite, le Sud de l'Iran, le Pakistan, l'Ouest de l'Inde, le Sud-Ouest des États-Unis et le Nord-Ouest du Mexique), les pénuries d'eau sont courantes. Dans plusieurs régions du Sahel africain, qui a connu des sécheresses chroniques débilatantes, la moyenne des précipitations annuelles a diminué considérablement au cours des 20 dernières années.

On estime qu'à l'échelle globale, la collecte annuelle d'eau douce oscille entre 2,6 et 3,5 billions de mètres cubes.

**Tableau 1. Eau douce disponible dans 20 pays (moyenne annuelle) incluant eau de surface et eau souterraine.**

Pays	Quantité totale disponible (en milliards de m <sup>3</sup> )	Quantité disponible par personne (en milliers de m <sup>3</sup> )	Pays	Quantité totale disponible (en milliards de m <sup>3</sup> )	Quantité disponible par personne (en milliers de m <sup>3</sup> )
Brésil	5 190	36,7	Venezuela	856	46,9
URSS	4 684	15,4	Malaisie	456	28,0
Canada	2 901	111,7	Mexique	357	4,3
Chine	2 800	2,6	Soudan	130	1,3
Indonésie	2 530	14,7	Iran	118	2,5
États-Unis	2 478	10,2	Éthiopie	110	2,4
Inde	1 850	2,4	Pérou	40	1,9
Bangladesh	1 357	12,7	Botswana	18	0,8
Birmanie	1 082	28,0	Kenya	15	0,7
Colombie	1 070	35,7	Arabie saoudite	2	0,2

Source : *World Resources 1987* — rapport de l'International Institute for Environment and Development et du World Resources Institute, Washington, DC, É.-U.



La plus faible de ces estimations suffirait à remplir plus d'un milliard de piscines olympiques ! Selon des statistiques recueillies par le World Resources Institute et par l'International Institute for Environment and Development (IIED), Washington, DC, 73 % de ce total sert à l'irrigation des cultures, 21 % à l'industrie et les autres 6 % à répondre à des besoins domestiques et récréatifs, par exemple de l'eau pour boire ou pour faire le lavage.

Ces proportions varient d'une région à l'autre, selon la base économique du pays. En Europe de l'Est, par exemple, l'industrie peut représenter jusqu'à 80 % de la consommation d'eau douce dans la région. Par contraste, l'industrie au Ghana utilise seulement 3 % du total de l'eau douce consommée dans le pays.

## L'EAU ET LES ÊTRES HUMAINS

En dépit de la faible proportion qu'elle représente dans l'utilisation globale de l'eau, l'eau douce utilisée à des fins domestiques, et particulièrement l'eau de consommation (eau dont on dispose et qui n'est pas nécessairement potable), est une source de grande préoccupation pour les pays du Tiers-Monde et les organismes de développement comme le CRDI. La raison en est simple : l'accès à des approvisionnements suffisants et fiables d'eau propre est essentiel à la santé et au bien-être des populations.

On estime en 1980 que 1,8 milliard d'habitants du monde en développement sont exposés à des maladies d'origine hydrique. Chaque année, des dizaines de millions d'entre eux sont malades de la diarrhée, de la



*Aller-retour quotidien au Kenya — un bien long déplacement pour si peu d'eau.*

dysenterie, du choléra, de la typhoïde et d'autres maladies. Les enfants sont particulièrement vulnérables ; en 1987 seulement, environ 4,5 millions d'enfants sont morts de maladies diarrhéiques. Un grand nombre de ces maladies et de ces décès pourraient être éliminés grâce à une combinaison de mesures d'amélioration des approvisionnements en eau et d'éducation sanitaire.

Les humains n'ont besoin que d'environ 5 litres d'eau par jour pour boire et préparer les repas ; mais ils ont besoin en plus de 24 à 25 litres d'eau pour demeurer propres et en bonne santé, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS). En réalité, on peut avancer que pour de nombreux pauvres, la première priorité en matière de santé n'est pas de disposer d'une eau plus propre, mais d'une eau plus abondante. Même une eau d'une qualité douteuse (parce qu'elle a une teneur en sel trop élevée, par exemple) peut être suffisante pour se laver, laver ses vêtements, ses ustensiles de cuisson et ses assiettes, et favoriser ainsi la santé.

L'éloignement de la source d'eau demeure un obstacle important à la consommation. Dans de nombreux pays du Tiers-Monde, les femmes et les enfants sont les porteurs d'eau et doivent marcher plusieurs heures chaque jour uniquement pour rapporter à la maison 20 à 25 litres d'une eau qui est souvent contaminée. En général, la consommation augmente à mesure que la source se rapproche. Des études menées en Afrique ont cependant montré que cette équation n'est pas aussi simple et que l'on atteint un plateau. Lorsque l'aller-retour entre la maison et la source d'eau prend moins de 30 minutes, la consommation d'eau a tendance à plafonner. Ce n'est que lorsque l'eau est amenée directement à la maison ou à la cour du consommateur, et que le temps qu'il faut pour aller en chercher est négligeable, que la consommation reprend de l'importance. Ce qui démontre les sommes énormes qu'il faudra investir pour maximiser les avantages pour la santé de l'amélioration des approvisionnements en eau.

**Tableau 2. Pourcentage de la population qui a accès à de l'eau potable (A) et à des installations d'assainissement (B) dans certains pays en développement.**

Pays	A	B
Arabie saoudite	91	82
Argentine	64	84
Bangladesh	41	4
Birmanie	26	21
Botswana	57	36
Guinée	17	13
Haïti	34	20
Inde	55	8
Indonésie	32	30
Iran	68	72
Kenya	28	45
Malaisie	79	72
Mexique	76	58
Pérou	55	39
Rwanda	60	60
Zambie	49	74

Source : *World Resources 1987* — rapport de l'International Institute for Environment and Development et du World Resources Institute, Washington, DC, É.-U.

### Les progrès de la décennie de l'eau

L'Organisation des Nations unies (ONU) a décrété que les années 80 seraient la Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement. Cette décision se justifie par le lien démontré entre l'eau et la santé et le fait qu'un si grand nombre d'habitants du monde en développement ne dispose pas d'une eau de consommation sûre ni d'installations d'assainissement adéquates.

L'accès à une eau de consommation sûre et à des installations sanitaires (toilettes et latrines) peut varier grandement d'un pays en développement à l'autre (tableau 2). Selon des données de l'ONU pour 94 pays en développement, en 1983, 74 % de la population urbaine avait accès à une eau de consommation sûre

comparativement à seulement 39 % de la population rurale. Quant à l'accès à des installations sanitaires, les données étaient respectivement de 52 et 14 %.

Selon un rapport d'étape sur la Décennie de l'eau, la fourniture de services d'eau et d'assainissement en milieu urbain a suivi le rythme rapide de l'accroissement de la population entre 1980 et 1985, et de réels progrès ont été enregistrés au chapitre des approvisionnements en eau en milieu rural. Cependant, en ce qui concerne les installations d'assainissement en milieu rural, les pays en développement ont perdu du terrain. Il va sans dire qu'il faudra encore accomplir un travail énorme pour assurer l'accès universel à une eau propre et à des services d'assainissement. Ce travail a été et continuera d'être une priorité pour le CRDI.

## Des approvisionnements adéquats

Pour assurer des approvisionnements adéquats et une utilisation appropriée de l'eau potable, il faut diverses composantes générales :

- des technologies et des matériaux appropriés pour déceler, capter, stocker, épurer, analyser et transporter l'eau, de même que pour empêcher sa contamination ;
- un personnel formé pour appliquer ces technologies et pour installer et entretenir l'équipement ;
- une coordination d'ensemble des approvisionnements en eau du pays, y compris des analyses et des tests réguliers de l'eau ;
- la collaboration, la participation et l'éducation du public au sujet de l'eau et de l'assainissement.

Dans les pays en développement, la mise en place de ces composantes présente de graves contraintes financières et techniques. Prenons l'exemple de l'eau courante. Même si le taux d'urbanisation est très élevé dans les pays en développement, de nombreux résidents des quartiers pauvres et des quartiers d'habitat spontané ne sont aucunement desservis. Dans les secteurs ruraux, les coûts d'installation des canalisations sont énormes. Tant que ce service ne sera pas rendu possible, les collectivités pauvres en milieu rural et en milieu urbain partout dans le monde devront se fier à d'autres sources, par exemple des puits équipés de pompes à main. Des tests pour déterminer la qualité de l'eau des puits ne se font que sporadiquement, quand ils se font, pour des raisons logistiques et en raison de leurs coûts. Si l'on creuse un plus grand nombre de puits dans un pays, cela impose un fardeau encore plus lourd aux services gouvernementaux.

On reconnaît donc de plus en plus que les ministères de la santé ne peuvent à eux seuls accomplir la tâche énorme qui consiste à amener de l'eau propre à tous les habitants d'un pays. Même lorsqu'ils disposent des



*Source d'eau polluée à Sri Lanka. L'amélioration des approvisionnements en eau est rarement couronnée de succès sans l'appui de la collectivité.*

ressources financières et humaines nécessaires pour couvrir les coûts du matériel et assurer l'installation, les programmes sont rarement couronnés de succès s'ils ne comptent pas sur l'appui et la participation de la localité.

De plus en plus souvent donc, les gouvernements du Tiers-Monde et les organismes de développement comme le CRDI font appel à des organisations non gouvernementales (ONG) et aux bénéficiaires eux-mêmes pour assumer une grande partie des responsabilités, particulièrement en matière de main-d'oeuvre. Deux projets financés par le CRDI (en Égypte et au Kenya) en sont des exemples.

### **Une responsabilité personnelle**

Certains villages égyptiens font face à de graves problèmes de santé, particulièrement les maladies diarrhéiques et parasitaires transmises par l'eau de consommation contaminée. Les éléments pathogènes pullulent dans un milieu où le drainage des eaux domestiques usées est inadéquat et où les enfants vont faire leurs besoins dans les rues parce que les latrines sont conçues pour les adultes. Une étude menée en 1982 a révélé que ni les villageois ni le personnel local des services de santé n'étaient bien informés en matière d'assainissement de l'environnement. Une étude plus récente montre que les femmes de ces villages ne considèrent pas le règlement des problèmes communautaires comme leur responsabilité personnelle.

Un projet de recherche-action financé conjointement par les divisions des Sciences sociales et des Sciences de la santé du CRDI a pour objet de modifier ces attitudes et



*Construction de nouveaux bains publics au réseau d'irrigation de Mwea, au Kenya. Les villageois sont déterminés à briser le cycle d'infection de la schistosomiase, une maladie hydrique.*

comportements en faisant participer directement les villageois à l'amélioration de l'environnement. Des spécialistes des sciences sociales du Centre de recherche sociale de l'Université américaine du Caire sont en train de réaliser cette importante étude dans deux villages égyptiens. Ils ont pour but de déterminer les lacunes des programmes locaux concernant la gestion de l'eau et de l'assainissement et de faire participer les femmes à la planification et à l'entretien des installations.

Le projet prévoit la formation en communication des leaders des villages et des travailleurs locaux de la santé, chacun étant responsable de 30 ménages. Leur travail consistera à mettre sur pied des groupes de villageoises qui discuteront des problèmes de l'eau et qui y proposeront des solutions pratiques.

### **Les méfaits de la schistosomiase**

Au Kenya, une autre étude financée par le CRDI auprès de deux collectivités a récemment démontré le pouvoir de l'action communautaire. Dans le cadre de ce projet, le problème de santé défini par les chercheurs de l'Institut de recherche médicale du Kenya était la schistosomiase, une maladie parasitaire d'origine hydrique très courante dans les régions irriguées des tropiques.

Dans une collectivité (le groupe visé par l'étude), le taux d'infection était de 91 % chez les enfants et les jeunes âgés de 5 à 19 ans. On a offert un programme d'éducation sanitaire et les villageois eux-mêmes ont construit des puits, des bains publics et des latrines, en partie avec leur propre argent. Dans la deuxième collectivité, le taux d'infection était de 64 % pour le même groupe d'âge. Cette collectivité a servi de groupe témoin, c'est-à-dire qu'il n'y a pas eu de programme d'intervention.

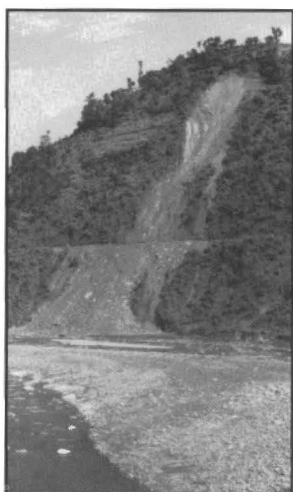
Les deux groupes ont reçu des médicaments qui ont permis de ramener à près de zéro le taux d'infection par la schistosomiase. Un an plus tard, les résultats étaient spectaculaires. Le taux d'infection chez les enfants et les adolescents de la première collectivité était de 41% ; dans le groupe témoin il s'élevait à 77 %.

## **L'EAU TIRÉE DU SOL**

Il y a cinq ans, le CRDI a mis sur pied un programme des sciences de la terre qui était le fer de lance de sa nouvelle Division des programmes de coopération. Comme

l'indiquait le nom de la division, les programmes de coopération avaient pour objet de promouvoir la recherche en collaboration entre les scientifiques canadiens et leurs collègues du Tiers-Monde. Depuis, d'autres programmes de recherche se sont ajoutés aux activités de la division. Et pour mieux refléter son champ d'action dans les diverses sciences de la terre, comme l'hydrogéologie, la division a été rebaptisée et s'appelle maintenant Division des sciences de la terre et du génie.

Dès le lancement du programme des sciences de la terre, l'eau a été reconnue comme l'une des plus précieuses ressources géologiques est devenue une priorité en matière de recherche. Au milieu de 1988, environ 25 projets de recherche pouvant être regroupés sous le titre «l'eau dans l'environnement» étaient en cours. Il s'agissait notamment d'enquêtes sur les ressources souterraines urbaines et rurales, la contamination de l'eau potable, la pollution des rivières, l'érosion des sols provoquée par le ruissellement, l'érosion des rives, la fonte des eaux glaciaires et nivales, l'extraction d'eau de consommation des brouillards côtiers et l'aménagement des bassins versants. La section qui suit décrit des projets portant sur la dynamique des sources d'eau, particulièrement des eaux souterraines pour consommation, de même que les problèmes de la contamination.



*Glissement de terrain au Népal — l'eau et le sol peuvent se révéler un mélange dangereux.*

### **Prévoir le débit de l'Indus**

Environ 125 millions de personnes vivent dans le bassin de l'Indus, la plupart dans les plaines sèches sous-tropicales du Pakistan. L'Indus et ses affluents irriguent leurs champs, produisent leur électricité et approvisionnent leurs villes en eau. Les glaciers et les neiges de la chaîne de l'Himalaya sont la source de ce grand réseau fluvial. Le rythme de la fonte influence l'agriculture, l'industrie au Pakistan — et la qualité même de la vie.

Jusqu'en 1960, la plus grande partie des eaux de l'Indus se jetaient sans entrave dans l'océan Indien. Mais depuis, le potentiel hydroélectrique du fleuve a été fortement exploité : un barrage et des réseaux d'irrigation ont été construits par la Water and Power Development Authority du Pakistan (WAPDA).

Étant donné l'ampleur des investissements en jeu, la nature et la variabilité du débit de l'eau en provenance des montagnes devinrent source de préoccupation. En 1984, les ingénieurs de la WAPDA ont lancé un important projet de recherche coopérative de trois ans en collaboration avec des hydrologues canadiens de l'Université Wilfrid Laurier de Waterloo, en Ontario. Leurs travaux complexes de surveillance de la température en altitude dans l'Himalaya a permis de mieux comprendre la dynamique de la fonte glaciaire et nivale.

Le projet a été mené à bien et la WAPDA est actuellement en train de planifier et de discuter avec le CRDI une phase de mise en oeuvre de plusieurs millions de dollars qui serait financée par l'Agence canadienne de développement international (ACDI). Ce projet de suivi permettrait, entre autres, de créer un réseau de stations de surveillance de la température en altitude, pour assurer des prévisions précises du débit du fleuve. En conséquence, le Pakistan serait mieux en mesure de conserver son eau et d'exploiter des réservoirs et des réseaux d'irrigation.

## À l'aveuglette

Rares sont les pays en développement qui disposent d'une ressource aussi providentielle que l'Indus, alimenté par la fonte des neiges, pour étancher leur soif et soutenir leur économie. Ne disposant que de maigres ressources de surface, un grand nombre de pays doivent compter sur les ressources souterraines. En l'absence de ressources financières adéquates ou d'une bonne compréhension des formations géologiques locales, les programmes de forage ont souvent été menés à tâtons pour ne pas dire à l'aveuglette, et se sont traduits par des résultats décevants. Des études hydrogéologiques convenables peuvent toutefois contribuer à éliminer ces tâtonnements.

L'Afrique éprouve des problèmes particulièrement difficiles en ce qui concerne ses approvisionnements en eau douce, surtout en eau de consommation. De l'avis d'un expert dans le domaine, le continent «n'a pas la géologie qui lui permettrait de trouver facilement des nappes d'eau souterraines». Le bouclier africain possède relativement peu de bassins sédimentaires dotés de bonnes nappes souterraines, et la plupart des formations aquifères sont de faibles dimensions et de nature intermittente ou «discontinue», ce qui rend difficile le choix du site des puits. Dans le cadre du programme des sciences de la terre, on procède présentement à des études qui permettront de mieux comprendre les formations aquifères et leurs systèmes naturels de recharge et de mettre au point des techniques pour déterminer les emplacements des puits.

L'un de ces projets est en cours de réalisation en Ouganda, petit pays de l'Afrique orientale. Seulement 6 % environ des habitants des régions rurales du pays ont accès à des approvisionnements en eau d'une qualité acceptable. La mauvaise capacité d'emmagasinage des aquifères limite le volume des eaux souterraines, particulièrement dans les régions du Nord et de l'Ouest. Pendant la saison sèche, les eaux de surface se raréfient souvent de façon dramatique.

Fondamentalement, la structure géologique de la région septentrionale se compose d'un substrat de roches de

base cristallines recouvertes d'un manteau discontinu de roches de fondation vieilles. L'eau est contenue dans les fractures des roches cristallines ou dans le manteau sous-jacent de roches de fondation. Étant donné le caractère discontinu de ces formations aquifères peu profondes et leur faible capacité d'emmagasinage, le forage a souvent abouti à des puits secs ou à faible rendement. De 1930 à 1980, quelque 6 000 forages ont été effectués en Ouganda. Cependant, une étude réalisée en 1981 a indiqué qu'une proportion pouvant s'élever à 70 % de ces sources d'eau s'était tarie. On estime qu'entre 10 000 et 20 000 nouveaux forages seront nécessaires pour assurer des approvisionnements en eau sécuritaires et fiables aux Ougandais en milieu rural.

En 1980, au moment où débutait la Décennie de l'eau des Nations unies, le Fonds des Nations unies pour l'enfance (UNICEF) commençait à offrir de l'aide au gouvernement ougandais pour remettre en état les puits existants et en forer de nouveaux. Le forage a débuté en 1984. Jusqu'à maintenant, les rendements ont été faibles, et environ 20 % des forages sont secs. Même si leurs résultats sont loin d'être spectaculaires, ces opérations de forage n'en donnent pas moins l'occasion d'étudier les facteurs qui font qu'une formation géologique sera plus ou moins propre à fournir un rendement adéquat et à se recharger suffisamment.

En 1985, une équipe de recherche composée d'hydrogéologues de l'Ouganda et du Canada et financée par le CRDI a collaboré avec l'UNICEF pour tirer profit des possibilités offertes par le programme de forage. L'équipe canadienne est dirigée par deux scientifiques : un consultant chevronné qui travaille dans le domaine de l'hydrogéologie et un professeur de géologie de l'Université de Toronto. L'équipe ougandaise se compose d'un ingénieur et d'un hydrogéologue du Service d'exploitation des ressources en eau du ministère ougandais des Terres, des Mines et des Eaux.



*Le Burkina Faso, en Afrique de l'Ouest, est prédisposé aux sécheresses et aux pénuries d'eau. Ici, la Volta blanche est réduite aux dimensions d'une grande flaque d'eau.*



Dans le cadre de ce projet de collaboration, les chercheurs enregistrent les caractéristiques géologiques et géophysiques de chaque forage. Ils mènent également des tests pour déterminer la perméabilité des roches, ce qui fournit de l'information sur la capacité aquifère des formations rocheuses. De plus, l'âge de la nappe souterraine, donc le caractère renouvelable de chaque aquifère, est déterminé par des analyses complexes d'échantillons d'eau qui permettent de déterminer la présence de certains isotopes. (La période de désintégration radioactive de certains isotopes est bien connue, ce qui les rend utiles à des fins de datation.)

Les données ainsi recueillies permettront aux chercheurs d'établir un modèle conceptuel du système hydrologique global de la région étudiée. Ce modèle permettra ensuite aux planificateurs et aux ingénieurs de prévoir le comportement du système selon diverses conditions de pluviosité et de pompage. À un niveau plus concret, le projet permettra d'établir une carte hydrogéologique et une série de critères qui guideront les ingénieurs, les planificateurs des approvisionnements en eau et les organismes de développement dans le choix des emplacements des puits.

À 4 000 km à l'Ouest de l'Ouganda se trouve le Burkina Faso qui est complètement enclavé dans la région du Sahel, elle-même prédisposée à la sécheresse. Le climat du Burkina Faso, sa géographie et sa géologie combinés y sont la cause de pénuries chroniques d'eau plus graves que celles de l'Ouganda. L'eau de surface est très rare et les forages sont une importante source d'eau pour les petites villes et les villages. Cependant, le taux de succès du forage de puits à faible rendement (moins de 5 m<sup>3</sup> d'eau à l'heure) est de seulement 70 % environ, et pour les puits plus grands, il chute à 15 %. Dans des conditions aussi défavorables, le forage est un véritable jeu de hasard.

Pour aider à faire de la prospection de l'eau un exercice plus précis, des scientifiques de l'Université du Québec à Chicoutimi travaillent actuellement en collaboration, avec l'aide financière du CRDI, avec des collègues africains de l'Institut des sciences de la nature de l'Université de Ouagadougou. Comme dans le cadre du projet ougandais, ils cherchent à déterminer les conditions géologiques précises qui permettent un rendement hydrique élevé.

Un troisième projet réalisé dans un pays voisin, le Niger, a des objectifs et une méthodologie similaires ; il est mené conjointement par le Département de géologie de l'Université de Niamey et le Laboratoire de géochimie isotopique et de géochronologie de l'Université du Québec à Montréal. Un membre de l'équipe est bénéficiaire d'une subvention distincte de la Division des bourses qui lui permettra de terminer sa thèse de doctorat en géologie.



*L'apprentissage de l'hygiène en Thaïlande.*

Dans le cadre de ces trois projets de recherche sur les eaux souterraines, les chercheurs africains ont eu l'avantage de travailler avec des experts canadiens en hydrogéologie et en méthodes de recherche connexes.

### **Vivre près des sources d'approvisionnement**

Que l'on vive dans une grande ville du Nord établie de longue date ou dans une métropole champignon du Tiers-Monde, la détérioration de l'environnement semble aller de pair avec l'industrialisation et la vie urbaine. En Amérique latine, de nombreuses rivières importantes traversent les grandes villes et les zones industrielles. Il n'est donc pas surprenant de constater que ces rivières sont facilement polluées par les déchets domestiques et industriels non traités, de même que par les produits chimiques agricoles.

Les gens qui vivent le long de ces rivières n'ont parfois pas d'autre choix que de boire de l'eau non traitée. Dans les régions urbaines, les contaminants pénètrent parfois dans le système par suite d'une pression négative dans les canalisations pendant les coupures d'eau. L'eau en milieu urbain est habituellement traitée pour être débarrassée des déchets organiques, mais non des produits chimiques. Comment cette situation influence-t-elle la santé publique et quels sont les segments de la population qui sont les plus touchés ?

Une équipe internationale d'épidémiologues, de toxicologues, de chimistes et de médecins tente présentement de trouver réponse à cette question. Avec l'appui de la Division des sciences de la santé du CRDI, ces

spécialistes étudient les effets de l'exposition des êtres humains à des métaux lourds et à des pesticides. Les sujets de l'étude en Bolivie, au Chili, en Colombie, en Équateur, au Pérou et au Venezuela habitent tous le long de rivières polluées.

Les chercheurs ont prélevé pour analyse des échantillons de sang, d'urine et de cheveux et ont fait passer un examen médical aux sujets. Les données tirées de ces examens ont été ajoutées à d'autres facteurs comme la proximité de la source de pollution et le niveau de revenu des sujets. Essentiellement, les chercheurs sont en train d'établir un instantané scientifique de l'aspect santé publique du problème de la contamination. Ils espèrent que leurs résultats pousseront les autorités nationales à mieux surveiller la pollution des rivières et à adopter des législations pour y remédier.

Le monde en développement compte de nombreuses mégapoles dont les approvisionnements en eau sont menacés non seulement par la contamination, mais aussi par la surexploitation. Bangkok, Dakar, Le Caire, Mexico et São Paulo en sont quelques-uns des exemples les mieux connus.

Les populations urbaines croissent souvent à un rythme trop rapide pour l'installation des services de base comme l'eau et l'électricité. À mesure que le développement concentrique des quartiers suburbains, y compris les quartiers pauvres et les quartiers de squatters, s'étend autour du centre de la ville, c'est la bousculade pour trouver de nouvelles sources d'eau. Plus souvent qu'autrement, la solution adoptée consiste à percer de nouveaux puits pour exploiter les aquifères, la plupart du temps sans coordination. Sans une bonne connaissance de la géologie de la région, cette exploitation au petit bonheur des nappes d'eau souterraine se traduit par nombre de problèmes graves : contamination par des sources domestiques et industrielles, affaissement du sol (subsidence) et, dans le cas des villes côtières, intrusion d'eau salée.

Les eaux de surface (ruisseaux, rivières, lacs et réservoirs) sont plus facilement polluées que les eaux souterraines, mais peuvent aussi être nettoyées assez rapidement. Par ailleurs, les eaux souterraines peuvent demeurer polluées pendant des dizaines d'années une fois que les contaminants se sont introduits dans le système hydrogéologique. Dans le cas de l'intrusion de l'eau salée, il peut être très coûteux de corriger le problème et, parfois même, la situation est irréversible. De la même façon, l'affaissement du sol causé par le surpompage d'un aquifère est probablement irréversible.

Le programme des sciences de la terre du CRDI appuie un vaste réseau de projets d'hydrogéologie urbaine dans tous les coins du monde, projets qui ont pour but

d'aider les grandes villes à mieux gérer leurs ressources souterraines. Le réseau est principalement axé sur les villes champignons d'Amérique latine, mais des groupes de projets sont actuellement en cours de réalisation ou de préparation en Afrique et en Asie. En Amérique latine, on retrouve environ 100 millions d'habitants dans les grandes villes, mais seulement la moitié d'entre eux ont accès à de l'eau propre. Le CRDI finance actuellement des travaux de recherche sur les eaux souterraines en milieu urbain à Mexico, à São Paulo, au Brésil et à Montevideo, en Uruguay. Le CRDI étudie actuellement des propositions de divers autres pays.

### **La ville qui s'enfoncé**

Mexico présente peut-être l'exemple le plus frappant des problèmes d'approvisionnement en eau auxquels font face les résidents des grandes villes et les spécialistes de la question, et des solutions qu'on peut y apporter. Avec une population de 18 millions d'habitants, la capitale du Mexique est déjà la plus grande ville au monde et sa population dépassera probablement 25 millions d'habitants d'ici l'an 2000. Ce phénomène exerce, et continuera d'exercer, des pressions énormes sur les ressources souterraines du bassin de Mexico.

La surexploitation des aquifères du bassin a entraîné une grave subsidence du sol depuis les années 40. À mesure que les aquifères de surface se tarissent, l'eau des sols argileux sous-jacents est également aspirée. La baisse de pression dans les eaux souterraines se traduit par la compression des argiles, un processus lent appelé «compaction» qui provoque l'affaissement graduel des terres à la surface.

Sur une base aussi instable, les immeubles de la ville se tassent souvent de façon inégale. Les canalisations d'eau et d'égout se fissurent, et les structures naturelles du drainage se modifient. Il faut en outre tenir compte du facteur géologique suivant, même s'il n'a aucun lien avec ces phénomènes : Mexico se trouve dans une zone de tremblements de terre. Il en résulte donc une combinaison idéale pour provoquer des catastrophes, comme en témoigne le tremblement de terre de 1985 qui a tué ou blessé des milliers d'habitants et qui a détruit des milliers d'immeubles. Il est tristement ironique de constater que plusieurs bibliothèques et archives renfermant des données importantes sur l'hydrogéologie du bassin de Mexico ont été détruites dans le tremblement de terre.

En 1985, avant le tremblement de terre, une équipe de recherche de l'Institut de géophysique de la Universidad Nacional Autónoma de México et de l'Institut de recherche sur les eaux souterraines de l'Université de Waterloo au Canada avait entrepris une étude des ressources d'eau

souterraine de la ville. D'après les chiffres disponibles, on pensait que seulement 30 % de l'eau de la ville était tiré des aquifères, le reste provenant de sources de surface. On pensait également qu'il y avait sous la ville deux aquifères relativement minces, séparés par une couche argileuse, et que les taux de recharge n'étaient pas suffisants pour en permettre une exploitation de plus en plus importante. La perspective que la plus grande ville du monde manque d'eau était alarmante et a poussé les scientifiques canadiens et mexicains à prendre des mesures conjointes.

Après le tremblement de terre, le gouvernement a décidé d'étudier plus en détail la géologie de la vallée de Mexico et en conséquence, a demandé à la société pétrolière d'État, PEMEX, de forer un certain nombre de puits, dont certains allant jusqu'à 3 000 m. L'équipe de recherche financée par le CRDI avait déjà commencé ses travaux et était donc en excellente position pour en apprendre davantage sur les aquifères de la ville, à l'aide des renseignements recueillis dans le cadre de ce programme de forage.

Les récentes découvertes du projet sont frappantes. Elles permettent heureusement d'envisager avec optimisme les perspectives d'avenir de Mexico en ce qui concerne les approvisionnements en eau. Cependant, les chercheurs ont aussi fait une constatation alarmante, à savoir que Mexico dépendait beaucoup plus que prévu de ses ressources hydriques souterraines. C'est probablement ce qui explique la gravité du problème de subsidence. Les chercheurs ont découvert que 93 % des approvisionnements en eau de la ville, et non 30 % comme on le pensait, venaient des aquifères.

La bonne nouvelle, c'est que les nappes aquifères souterraines semblent beaucoup plus grandes que l'on pensait. Les observations montrent qu'il n'y a pas deux formations aquifères peu profondes près de la surface, mais bien une seule nappe très importante sous la ville. À certains endroits, elle a près de 2 000 m de profondeur et la partie inférieure se compose d'une couche épaisse de roches sédimentaires et volcaniques. On a même constaté qu'il y avait circulation d'eau à des niveaux encore plus profonds.

Ces découvertes ont permis d'établir qu'en forant des puits plus profonds, Mexico pourrait atteindre une source importante et jusque là inexploitée d'eau souterraine. Cela permettrait de répondre aux besoins d'une population croissante pour les décennies à venir et d'arrêter la surutilisation de la partie moins profonde de l'aquifère. En outre, étant donné la profondeur de la source, l'eau serait mieux protégée de la pollution industrielle.

Autre bonne nouvelle : les chercheurs ont également constaté que les argiles compressibles mentionnées plus tôt ne se retrouvent que près de la surface. Ainsi,



*Une fillette va chercher de l'eau pour sa famille dans un bidonville de Santiago, au Chili.*

l'exploitation de puits plus profonds permettrait d'éviter une nouvelle subsidence des sols.

Ces constatations préliminaires sont fort encourageantes. Il faudra cependant procéder à d'autres recherches pour établir un nouveau modèle mathématique du réseau hydrologique de la vallée de Mexico, modèle qui constituera une base plus solide pour la gestion des approvisionnements en eau de la ville.

### **La dynamique de la contamination**

À São Paulo, au Brésil, d'autres chercheurs de l'Institut de recherche sur les eaux souterraines de l'Université de Waterloo travaillent en collaboration avec l'Institut de géosciences de la Universidade de São Paulo afin d'observer la pollution des eaux souterraines attribuable aux dépotoirs. Les propriétés électriques de l'eau contaminée diffèrent de celles de l'eau non contaminée. En se basant sur ce phénomène, les scientifiques de l'Université de Waterloo avaient été les premiers à mettre au point des techniques géophysiques relativement peu coûteuses permettant de déceler et de retracer les polluants de l'eau.

En collaboration avec les Brésiliens, l'équipe de Waterloo applique maintenant les nouvelles méthodes à São Paulo. Grâce à de nouvelles connaissances sur les effets des contaminants sur la qualité de l'eau souterraine, on devrait être en mesure de mieux gérer les déchets dans l'une des villes les plus industrialisées et les plus polluées du monde en développement. Les bénéficiaires ultimes de cette recherche seront les 7 millions d'habitants de São Paulo (la moitié de la population) qui tirent leur eau de consommation des puits locaux.

À environ 1 500 km au Sud-Ouest de São Paulo, la ville industrielle côtière de Montevideo, en Uruguay, dépend de plus en plus de l'exploitation des aquifères : l'érosion des terres agricoles ayant grandement réduit le volume des réservoirs du bassin de la rivière Santa Lucia. Mais la surutilisation des eaux souterraines a provoqué un affaissement des nappes et l'eau salée a commencé à contaminer l'eau souterraine. Des chercheurs financés par le CRDI sont en train d'étudier les aquifères de Montevideo et les sources de contamination, en vue de contrôler le niveau des nappes et la qualité de l'eau.

En Afrique occidentale, au Sénégal et au Bénin, des chercheurs ont aussi étudié le phénomène de l'intrusion de l'eau salée et d'autres problèmes des aquifères urbains. À Dar es-Salaam en Tanzanie, les divisions des Sciences de la santé et des Sciences de la terre du CRDI appuient des recherches menées par l'Institut Ardhi sur la pollution de l'eau. Des chercheurs y ont récemment entrepris une étude de deux ans sur les liens entre les latrines à fosse et la contamination des eaux souterraines et de l'eau courante.

*Des femmes sénégalaises puisant de l'eau — un puits à découvert est une menace pour la potabilité de l'eau.*



## TRANSPORT ET EMMAGASINAGE

Les structures servant à transporter et à emmagasiner l'eau comptent parmi les ouvrages de génie civil les plus durables et les plus impressionnants des civilisations pré-chrétiennes. Les aqueducs et bains des Romains, les réservoirs d'irrigation des anciennes civilisations de Sri Lanka, les puits profonds du Delta du Nil et les citernes de Carthage n'en sont que quelques exemples. Cependant, malgré les miracles du génie civil ancien et moderne, une grande partie de l'humanité continue de faire appel à des technologies très simples pour s'approvisionner en eau. Les puits, creusés à la main ou forés ou excavés mécaniquement, représentent l'une des principales sources d'eau pour usage domestique. Un seau tout simple attaché à une corde ou à une perche sert souvent de récipient pour la collecte de l'eau. La tâche fastidieuse et éreintante de puiser l'eau et de la transporter échoit généralement aux femmes et aux enfants et peut demander plusieurs heures de marche par jour.

### **La pompe à main**

Il y a dans le Tiers-Monde des millions de puits dans les villages. Pour être plus faciles d'accès, la plupart sont découverts, ce qui les expose à la contamination par les êtres humains, les animaux domestiques et divers débris. Au

# CONNAISSEZ-VOUS LE CRDI ?

Le CRDI, Centre de recherches pour le développement international, est une corporation instituée en 1970 par le Parlement du Canada pour encourager et subventionner des recherches scientifiques et techniques réalisées par les pays en développement, pour leur propre bénéfice. Bien que le CRDI reçoive ses fonds du gouvernement du Canada, à qui il doit rendre compte de ses activités chaque année, il est dirigé par un Conseil des gouverneurs international, formé de 21 personnes. En vertu de sa loi constitutive, le président, le vice-président et neuf gouverneurs doivent être de citoyenneté canadienne ; parmi les dix autres gouverneurs, sept sont des personnalités de pays en développement.

Les programmes du CRDI permettent aux pays en développement de renforcer les capacités scientifiques de leurs institutions et de leurs chercheurs afin qu'ils puissent résoudre leurs propres problèmes. Les chercheurs ont ainsi l'occasion de parfaire leurs connaissances par la réalisation de travaux pratiques ou d'études avancées.

Le CRDI met en évidence le rôle du scientifique dans le développement international et encourage les pays du Tiers-Monde à faire appel aux compétences de leur propre communauté scientifique. La constitution d'une base de recherche locale solide est l'un des plus importants objectifs de la plupart des travaux subventionnés par le CRDI. Les projets de recherche sont proposés, élaborés, dirigés et administrés par les chercheurs du Tiers-Monde dans leurs propres pays, en fonction de leurs propres priorités.

Le CRDI aide à la création et au soutien de réseaux de recherche internationaux qui permettent aux pays en développement de profiter mutuellement de leurs travaux, de mettre leur expérience en commun et d'effectuer des recherches visant un même but. Le CRDI favorise également la collaboration entre les chercheurs des pays en développement et leurs homologues canadiens dans le cadre de projets dits en collaboration.

## Les projets en collaboration

Le CRDI consacre la majeure partie de ses fonds à financer des recherches conçues, dirigées et réalisées par les scientifiques du

Tiers-Monde. Mais le CRDI encourage aussi la collaboration entre les scientifiques des pays en développement et leurs homologues canadiens, qu'ils soient rattachés à des institutions universitaires, gouvernementales ou privées. Cette collaboration est offerte dans les domaines d'activité du CRDI (mentionnés au début de ce texte) et dans lesquels le Canada compte des experts de renom.

## Les programmes de recherche

Les sciences de l'agriculture, de l'alimentation et de la nutrition — La Division privilégie les domaines suivants : systèmes culturaux, sylviculture communautaire dans les zones arides et semi-arides, et aquaculture. Le programme appuie des domaines plus particuliers, notamment : les ressources vivrières précédemment négligées telles les tubercules et légumineuses alimentaires, et les graines oléagineuses, l'agroforesterie (association d'arbres et de cultures), la polyculture, l'amélioration des pâturages, l'utilisation de produits non conventionnels pour l'alimentation animale, la pisciculture et la conchyliculture, les systèmes de postproduction, soit la conservation, la transformation et la distribution des récoltes vivrières, fruitières et piscicoles, et l'économie de la production et de la commercialisation agricoles à petite échelle.

Les sciences de la santé — L'appui de la Division est centré sur la recherche appliquée dans trois grands domaines : la santé et la communauté, les systèmes de santé et la santé et l'environnement.

Les sciences sociales — Les travaux subventionnés par cette Division visent à améliorer la compréhension des problèmes sociaux et économiques liés au développement international, afin d'aider les chercheurs et les décideurs à faire des choix politiques dans plusieurs domaines, notamment l'éducation, la population, la contribution des femmes, le développement urbain, le développement rural, la gestion des ressources, l'environnement, l'énergie, l'économie, les politiques scientifiques et techniques et les politiques nationales.

Les sciences de la terre et du génie — Cette Division finance des recherches dans trois grands domaines d'activité. Un premier



programme a pour objet d'aider les petites et moyennes entreprises des pays en développement à créer des emplois. Dans le cadre du programme des sciences de la terre, la Division apporte surtout son soutien aux secteurs de l'hydrologie, de l'hydrogéologie, de la géotechnique et du génie minier des petites exploitations. Enfin, l'habitat pour les démunis, les matériaux de construction et les techniques du bâtiment utilisant les ressources locales, constituent un autre programme particulier.

#### Les sciences de l'information —

L'assistance que la Division accorde aux pays en développement leur permet d'établir des systèmes d'information régionaux et nationaux et d'améliorer l'infrastructure des bibliothèques à ces niveaux ; de participer à des réseaux d'information internationaux ; de mettre sur pied des centres d'information spécialisés (à l'échelle régionale ou internationale) sur des sujets relatifs au développement ; de renforcer les programmes sectoriels d'information, notamment sur l'agriculture, la santé, la population, l'industrie, l'environnement, la cartographie et les problèmes sociaux et de mettre au point des outils et des méthodes d'information. Le Groupe des systèmes informatiques de la Division assure des services internes et la diffusion aux pays en développement de MINISIS, progiciel bibliographique créé par le CRDI. De plus, la Division met à la disposition des employés du CRDI, de la communauté canadienne de développement et de projets subventionnés par le CRDI, sa bibliothèque et son service de microfiches.

Les communications — La Division appuie des projets visant à améliorer les capacités des institutions de recherche des pays en développement à produire et diffuser des documents d'information scientifique et technique. Les services offerts par cette Division comprennent la publication et la diffusion des résultats des recherches subventionnées par le CRDI, sous forme d'imprimés et de documents audiovisuels, les affaires publiques et la traduction.

Les bourses — La Division appuie la formation de jeunes scientifiques, de chercheurs confirmés, de gestionnaires et de planificateurs du Tiers-Monde oeuvrant dans des domaines qui intéressent les divisions de programme du CRDI. Elle accorde une priorité aux chercheurs des pays les moins avancés et au perfectionnement professionnel plutôt qu'à

la formation de base. En outre, la Division appuie la formation de groupe, au moyen de cours ou stages non sanctionnés par un diplôme, afin d'améliorer les compétences individuelles en technologie, recherche et administration. Une partie des fonds de la Division sert à encourager les jeunes chercheurs canadiens à s'intéresser aux domaines scientifiques qui préoccupent le CRDI et les sensibiliser aux problèmes des pays du Tiers-Monde. Ces candidats au doctorat font des études, des recherches ou des stages dans des pays en développement.

## La sélection des projets

Chaque division de programme affecte des fonds à des institutions de pays en développement (ministères gouvernementaux, universités, centres de recherche, etc.), à des institutions internationales et régionales, ainsi qu'à des institutions canadiennes. Le bénéficiaire est tenu de contribuer à une partie des coûts.

Tous les projets sont étudiés par le personnel professionnel du CRDI et évalués en fonction des critères suivants :

- **Priorité au développement** : la proposition correspond-elle aux objectifs de développement nationaux ou régionaux ?
- **Applicabilité régionale** : les résultats de recherche seront-ils applicables dans des pays ou régions en développement autres que celui où la recherche sera effectuée ?
- **Utilité** : la recherche contribuera-t-elle à réduire l'écart entre les divers niveaux de vie ou rééquilibrer le développement entre les régions rurales et urbaines ?
- **Ressources locales** : le projet fait-il appel aux chercheurs autochtones et utilise-t-il au maximum les ressources de la région ?
- **Formation** : à l'issue de ce projet, les chercheurs seront-ils plus expérimentés et mieux formés, et les institutions de recherche, plus efficaces ?
- **Domaine de recherche** : la recherche entre-t-elle dans le cadre des domaines de recherche du CRDI ?

Lorsque le CRDI accepte de subventionner un projet, il conclut une entente avec l'institution intéressée du pays en développement dans laquelle il est stipulé les objectifs visés, les méthodes de recherche, le calendrier des versements, des activités et des rapports sur l'avancement des travaux.



*De la soupe au canard? Il suffit d'ajouter de l'eau... à condition que les animaux n'aient pas contaminé le puits.*

cours des dernières décennies cependant, des pompes électriques ou à diesel et des pompes à main importées ont amélioré la situation de l'approvisionnement d'eau en milieu rural, rendant la collecte plus efficace et réduisant les risques de contamination.

Mais ces pompes importées, en fonte, n'ont malheureusement pas bien résisté à l'utilisation quotidienne dans les villages. Une pompe à main conçue pour un usage modéré au Japon ou au Canada, par exemple, ne résistera pas longtemps à l'utilisation intensive qu'en font 50 familles éthiopiennes qui tirent de l'eau à longueur de journée. C'est pourquoi on retrouve souvent, dans les localités rurales des pays en développement, des pompes rouillées et brisées, abandonnées parce qu'on manque d'argent pour acheter des pièces de rechange.

D'un point de vue mécanique, les pompes à main sont assez simples. On pourrait donc penser qu'une pompe à main «idéale» pour le Tiers-Monde (une pompe pouvant être fabriquée dans le pays ou la région et utilisée et entretenue par les villageois) serait relativement facile à concevoir. Mais ce n'est pas le cas. La simplicité d'une technologie efficace masque souvent la complexité de la réflexion et de la recherche qui ont précédé sa conception. Une pompe à main adéquate doit tenir compte de nombreux facteurs : l'aptitude des utilisateurs à payer, la disponibilité locale des matériaux de fabrication, les compétences techniques nécessaires pour les réparations, les croyances et pratiques locales, les préférences esthétiques, le nombre d'utilisateurs et même le climat dans la localité. Dans ce sens, il n'existe pas une pompe à main idéale pour tous les pays.

Depuis 12 ans, la Division des sciences de la santé du CRDI appuie la mise au point de divers modèles de pompes «simples» qui tiennent véritablement compte des besoins des utilisateurs. Les éléments souterrains de la pompe sont faits en majeure partie de polychlorure de vinyle (PCV), un plastique solide, léger et facile à obtenir dans les pays en développement. Ce plastique ne rouille pas, pas plus qu'il ne donne mauvais goût à l'eau. À partir d'un premier prototype mis au point à l'Université de Waterloo, au Canada, plusieurs modèles de pompe à main en PCV ont été ou sont en train d'être testés dans 13 pays d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine. Deux modèles sont actuellement produits en série en Malaisie et à Sri Lanka, et des milliers de pompes ont déjà été installées.

En termes d'ingénierie et de conception, le modèle malaisien UNIMADE est le modèle le plus évolué parmi ceux qui ont été mis au point au sein du réseau global parrainé par le CRDI. Les derniers modèles, de la série UNIMADE D, constituent la quatrième génération de pompes à être mises au point à l'Université de Malaya, à Kuala Lumpur.

Deux projets récemment approuvés sont dignes de mention. D'abord, en Chine, l'Académie des sciences de la mécanisation agricole a reçu une subvention du CRDI pour étudier la faisabilité de la fabrication de pompes UNIMADE sur une grande échelle. Puis, à Sri Lanka, une ONG appelée Sarvodaya est en train d'étendre son programme sur les pompes à main financé par le CRDI à d'autres régions sèches du pays. Sarvodaya a conçu le modèle de pompe à main SL5, qui a connu un grand succès, et a assuré la formation d'équipes de jeunes femmes chargées de fabriquer, d'installer et de réparer ces pompes. Dans le cadre de la nouvelle phase des travaux (appuyée par le CRDI et l'ACDI), Sarvodaya assure la formation d'un autre groupe de techniciennes. En outre, deux techniciennes ont visité le projet chinois pour se familiariser avec des techniques de forage peu coûteuses.

### Un carrefour international

En mai 1988, on a franchi une nouvelle étape sur la route ardue qui mènera à la mise au point de technologies évoluées et véritablement autochtones pour la pompe à main dans le monde en développement. Un nouveau centre de recherche et de fabrication, axé sur la diffusion de la technologie de fabrication des pompes à main, a ouvert ses portes à l'Université de Malaya. Le CRDI en financera l'exploitation pendant les trois premières années.

Ce centre régional d'excellence répondra aux besoins techniques des spécialistes des approvisionnements en eau et des fabricants de pompes à main du secteur gouvernemental et privé et du secteur des ONG. Comme ces personnes se retrouvent disséminées un peu partout dans le monde en développement, la Division des sciences de l'information du CRDI a accepté d'appuyer la mise à l'essai et l'évaluation d'un réseau «télématique» pour assurer de bonnes communications. Ce système informatisé devrait permettre au centre et à ses clients d'échanger des informations techniques, y compris des graphiques. Un bulletin d'information intitulé *Waternet News* viendra compléter ce réseau. L'ingénieur malaisien qui a perfectionné la pompe UNIMADE en PCV et qui dirige le nouveau centre envisage un réseau international autosuffisant de projets de pompe à main lorsque le financement du CRDI prendra fin dans quelques années.

Le CRDI appuie également une autre technologie prometteuse, un engin robuste appelé «béliet hydraulique» ou «hydraubéliet». Il s'agit d'une technologie simple remontant à 200 ans et qui ne compte que deux pièces mobiles. Une pompe à hydraubéliet fonctionne à l'énergie renouvelable : l'énergie cinétique produite par le débit d'un cours d'eau à un niveau inférieur. Lorsque l'eau passe dans l'hydraubéliet, une petite partie du courant



*De la fabrication à l'entretien : la pompe Sarvodaya a connu du succès à Sri Lanka.*

est déviée vers un niveau plus élevé à travers une canalisation.

Certains hydraubéliers sont utilisés depuis plus de 50 ans en Afrique orientale. Mais les modèles commerciaux modernes sont coûteux et on a plutôt cherché à concevoir des modèles plus petits, plus légers et moins coûteux qui peuvent être fabriqués dans les pays en développement.

Avec l'appui du CRDI, des équipes de recherche en Ouganda et en Tanzanie se sont jointes à ces efforts. Elles ont dressé des répertoires des pompes à hydraubéliers dans leur pays et, à l'aide de cartes hydrologiques et topographiques, ont déterminé les cours d'eau à débit continu qui se prêtent à l'installation de nouvelles pompes. Un modèle informatisé de la performance des hydraubéliers est mis au point et servira à la conception de nouveaux hydraubéliers qui pourront être fabriqués localement à peu de frais. Les leaders des villages seront invités à voir les nouveaux modèles à l'oeuvre à un centre de démonstration et d'essai près d'Entebbe, en Ouganda.

### **Fonctionnement d'une pompe à piston liquide à énergie solaire**

Des chercheurs du Ghana, en Afrique occidentale, sont en train de mettre au point un prototype de «pompe à piston liquide» mue à l'énergie solaire. Le prototype se fonde sur le principe selon lequel un liquide (en l'occurrence le fréon) peut produire une énergie mécanique utile lorsqu'il est constamment vaporisé puis condensé.

La pompe se compose d'un cylindre divisé en deux chambres par une membrane de plastique souple. La chambre supérieure est remplie de fréon, un liquide qui se vaporise à une température plus basse que l'eau. Les concepteurs ont immergé dans le fréon un serpentin d'évaporation dans lequel circule de l'eau chaude et un serpentin de condensation pour l'eau plus froide. Un capteur solaire actionne le système en chauffant l'eau dans le serpentin d'évaporation. La chambre inférieure contient l'eau qui doit être pompée. Elle comporte une soupape à clapet qui laisse entrer l'eau de la source d'approvisionnement et une autre qui laisse passer l'eau dans un réservoir d'emmagasinement surélevé.

Voici le fonctionnement d'un cycle de la pompe :

1. Le capteur solaire chauffe l'eau dans le serpentin de condensation, ce qui l'amène à circuler librement.
2. Le fréon liquide se réchauffe et commence à s'évaporer et à se dilater.
3. À mesure que la pression augmente dans la chambre, la membrane de plastique souple prend de l'expansion vers le bas, ce qui force l'eau contenue dans la chambre inférieure à passer par la soupape d'échappement (la soupape d'admission demeurant fermée).
4. Lorsque le niveau du fréon liquide tombe au-dessous du serpentin d'évaporation, l'évaporation cesse.
5. Entre temps, l'eau froide passant dans le serpentin de condensation amène le fréon à se liquéfier.
6. À mesure que la pression diminue dans la chambre, la membrane se relève vers le haut, attirant l'eau de la source à travers la soupape d'admission (la soupape d'échappement demeurant fermée).

Le cycle se répète sans fin, provoquant un mouvement d'ondulation de la membrane ; c'est ainsi que l'eau est amenée dans le réservoir d'emmagasinement (voir le diagramme à la page suivante).

Le CRDI appuie également la mise au point d'une pompe solaire simple, mais de conception très expérimentale, à l'Université des sciences et de la technologie de Kumasi, au Ghana (voir l'encadré). Si ce projet est couronné de succès, le nouveau modèle pourrait aider le Ghana à exploiter son énergie solaire, très abondante, et ainsi diminuer sa dépendance envers l'électricité et les combustibles fossiles.

Le nouveau modèle de pompe à piston liquide représente une importante amélioration par rapport à la pompe conventionnelle à piston solide : le cylindre de la pompe n'a pas besoin d'un usinage de précision. Cela signifie qu'un petit atelier local serait en mesure de fabriquer la pompe très facilement.

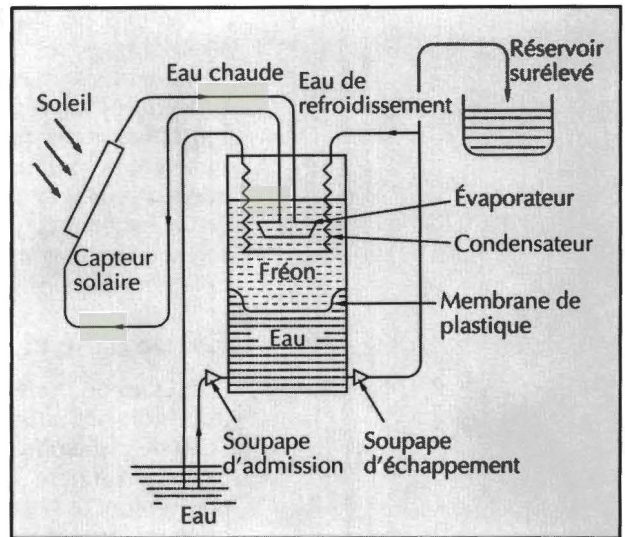
L'un des grands défis que doivent relever les chercheurs, c'est de concevoir des capteurs solaires assez efficaces pour faire fonctionner la pompe.

Les écoles et les hôpitaux en milieu rural ont besoin d'un approvisionnement constant d'eau potable et ne peuvent que profiter de l'adoption de la pompe solaire à piston liquide, qui pourrait être utilisée pour pomper l'eau souterraine ou conserver l'eau de pluie dans des réservoirs surélevés. On empêcherait ainsi la contamination de l'eau qui pourrait être amenée par gravité chez les consommateurs.

### Le vent, le soleil et l'eau

La Division des sciences de la santé du CRDI finance à Panama un projet de pompes à énergie éolienne. L'équipe de recherche est en train d'examiner le rendement technique et l'acceptabilité sociale d'un modèle à faible coût conçu localement. Avant de promouvoir cette technologie, les chercheurs veulent s'assurer qu'elle est bien adaptée aux collectivités locales.

Le Sénégal est un pays chaud et ensoleillé où la pluviosité est faible. Souvent, les habitants des régions rurales n'ont pas assez d'eau pour l'agriculture ou la consommation domestique. À l'heure actuelle, une vingtaine de puits profonds dans tout le pays sont équipés de pompes électriques à énergie solaire, une technologie conçue pour mécaniser les approvisionnements en eau en milieu rural sans avoir besoin de recourir au diesel, qui est coûteux. Malheureusement, seulement quelques-unes de ces pompes sont encore en état de fonctionnement. En effet, les utilisateurs en milieu rural n'avaient pas été consultés adéquatement et on n'avait pas établi au préalable un programme de réparation et d'entretien.



*Le prototype de la pompe à piston liquide.*

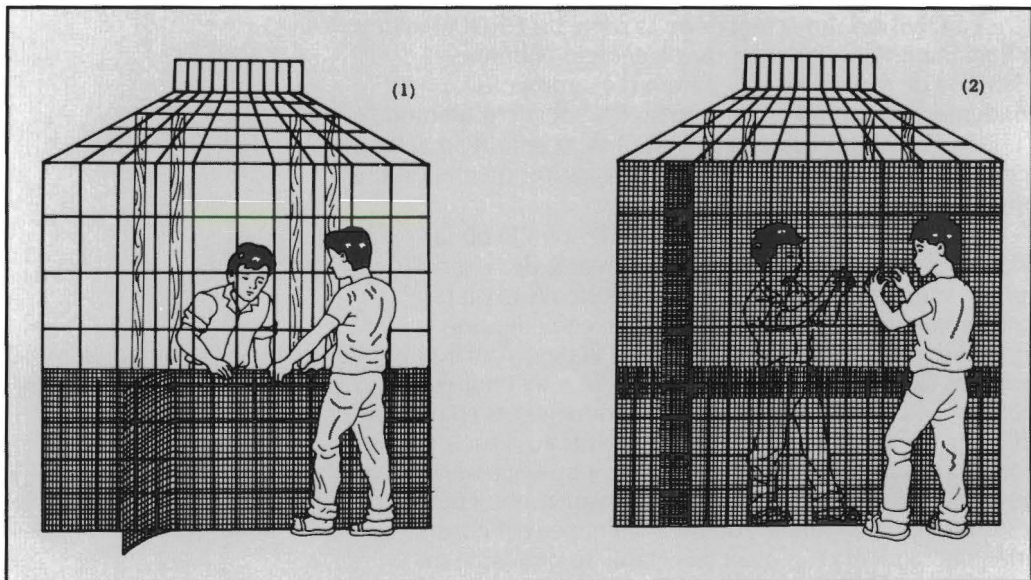
Afin d'améliorer les chances de réussite de telles technologies, les chercheurs sénégalais dans le domaine de l'énergie sont en train de rédiger des lignes directrices et procédures qui régiront le choix de l'emplacement et l'installation des pompes solaires. On s'assurera ainsi qu'avant de prendre toute décision, on aura adéquatement évalué les facteurs sociaux et techniques. Le projet est financé conjointement par la Division des sciences de l'agriculture, de l'alimentation et de la nutrition et la Division des sciences de la santé du CRDI.

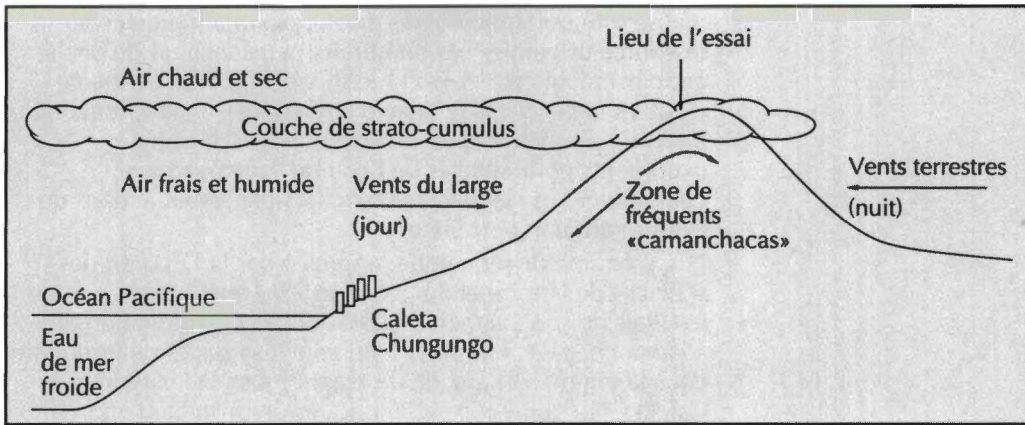
### Eau de pluie et ciment

Dans de nombreux pays, les niveaux phréatiques sont trop profonds pour de simples pompes à main. Le captage de l'eau de pluie offre donc parfois une solution intéressante. Si on la compare aux eaux de surface ou aux eaux des puits peu profonds, l'eau de pluie est relativement libre de contaminants chimiques et microbiologiques, et donc sûre pour la consommation. Cependant, les toits et les gouttières d'où elle est recueillie et les réservoirs dans lesquels elle est emmagasinée doivent demeurer propres.

Au fil des ans, le CRDI a financé un certain nombre de projets de recherche sur le captage de l'eau de pluie en Afrique et en Asie. Un projet qui vient d'être mené à bien sur l'île de Capiz, dans les Philippines, a démontré que le ferrociment (minces couches de mortier de ciment armé avec du grillage à fines mailles) représente une technologie excellente et peu coûteuse pour la construction de réservoirs d'eau de pluie. La Capiz Development Foundation Inc., une ONG communautaire, a été la première à utiliser des réservoirs d'eau de pluie en ferrociment dans les

*Illustration tirée d'un manuel produit aux Philippines avec l'aide du CRDI sur la construction de réservoirs en ferrociment pour recueillir l'eau de pluie.*





La pêche aux nuages sur les côtes du Chili.

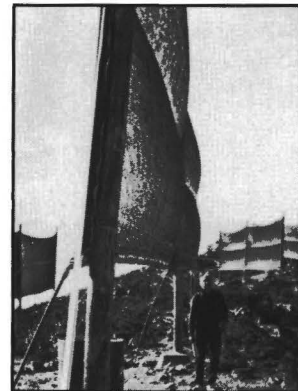
Philippines. Elle se prépare actuellement à diffuser cette technologie à d'autres îles de l'archipel et à d'autres pays de l'Asie. Des négociations sont en cours avec l'ACDI en vue de la création d'un important centre de formation en technologie du ferrociment sur l'île de Capiz à cette fin.

La Division des communications et la Division des sciences de la santé du CRDI ont financé en collaboration un projet se fondant sur la réussite du projet Capiz. Elles ont en effet appuyé la conception et la production d'un manuel illustré sur la construction et l'entretien de réservoirs d'eau de pluie en ferrociment. Le travail a été exécuté par Kabalikat Ng Pamilyang Pilipino, une ONG locale des Philippines spécialisée en communications. Accompagné de posters et de brochures moussant la technologie, le matériel a été publié en langues tagalog et ilongo.

En dépit de la bonne réputation de l'eau de pluie comme eau potable, il y a risque de contamination pendant le captage et l'emmagasinage. Les matériaux utilisés pour construire les gouttières, les égouts de toit et les réservoirs d'emmagasinage peuvent détériorer la qualité de l'eau. L'Université de Khon Kaen, en Thaïlande, a reçu une subvention du CRDI qui lui permettra d'étudier ce phénomène et d'autres facteurs qui entraînent la contamination bactériologique et chimique de l'eau de pluie recueillie.

### Le captage des brouillards côtiers

Tout comme la pluie, le brouillard est une condensation atmosphérique qui présente de bonnes possibilités d'utilisation comme source d'eau potable. Ironiquement, les déserts côtiers et montagneux du Chili et du Pérou, où il ne pleut presque jamais, connaissent chaque jour des brouillards épais en provenance du Pacifique. Dans ces régions, une équipe de chercheurs chiliens et canadiens a



Exploitation des ressources géographiques : des filets de nylon servent à extraire l'eau des «camanchacas». (Photo gracieuseté de R.S. Schemenauer)

réalisé d'importants progrès dans l'exploitation de cette ressource originale. Les nombreux petits villages de pêche qui parsèment cette région n'ont pas de source adéquate d'eau potable. Dans le village chilien de Caleta Chungungo, par exemple, les villageois doivent payer des prix exorbitants pour acheter de l'eau de source, souvent contaminée, qui est amenée une fois par semaine dans un camion qui parcourt 50 km.

L'équipe de recherche, appuyée par la Division des sciences de la terre et du génie, est très encouragée par les résultats de son examen des possibilités d'exploitation des «camanchacas», comme on appelle les nuages de brouillard dans la région. À flanc de montagne, juste à l'extérieur de Caleta Chungungo, les scientifiques ont installé d'immenses filets de nylon, de 12 m de longueur sur 4 m de hauteur, pour capter l'eau. Les résultats obtenus jusqu'à maintenant montrent que les approvisionnements en eau du village pourraient être multipliés par huit, à un coût d'à peine le cinquième du prix de l'eau amenée par camion. Même si les expériences ne sont pas terminées, les villageois exploitent déjà la nouvelle source de façon informelle. Leurs approvisionnements en eau se sont donc considérablement améliorés.

## ANALYSE ET TRAITEMENT

À l'appui des objectifs de la Décennie de l'eau, les collectivités rurales partout dans le monde travaillent en collaboration avec les gouvernements, les ONG et d'autres organismes de développement pour installer de nouveaux puits, de nouvelles pompes et des systèmes de captage de l'eau de source et de l'eau de pluie et pour améliorer les systèmes actuels. Mais tous ces efforts se révéleront vains si ces sources ne sont pas protégées contre la contamination.

Peu de pays du Tiers-Monde disposent de suffisamment de laboratoires, d'équipement, de produits chimiques ou de personnel ayant reçu la formation nécessaire pour procéder aux analyses complexes de la qualité de l'eau qui sont effectuées couramment dans le monde industrialisé. Il faut souvent une poussée épidémique grave d'une maladie d'origine hydrique pour forcer les responsables à prendre des mesures, alors qu'il est déjà trop tard pour intervenir efficacement.

### Normes strictes

Pour diverses raisons, les pays en développement ont de la difficulté à respecter les normes internationales régissant la qualité microbiologique et chimique de l'eau.



Pour respecter ces normes, il faudrait cesser d'utiliser un grand nombre des sources dont dépendent les populations rurales. Par exemple, dans une étude sur la qualité de l'eau réalisée il y a quelques années dans le district de Cochabamba, en Bolivie, 60 % des échantillons d'eau recueillis à même des sources rurales ne répondaient pas aux normes bactériologiques.

La qualité microbiologique de l'eau est normalement déterminée par la présence ou l'absence d'un groupe d'organismes appelés coliformes. La présence notamment de coliformes d'origine fécale (des bactéries normalement trouvées dans les intestins et les excréments des humains et de certains animaux) constituent un avertissement pour les autorités de l'hygiène publique. Elle indique que l'eau peut également contenir d'autres agents pathogènes. (Voir l'encadré sur les principales maladies d'origine hydrique.)

### Principales maladies d'origine hydrique

Le *choléra* est une maladie très infectieuse et parfois fatale. Caractérisée par de la diarrhée et d'autres symptômes gastro-intestinaux et causée par la bactérie *Vibrio cholerae*, la période d'incubation varie, mais est normalement de 3 jours. Cette maladie est très endémique en Asie du Sud et du Sud-Est.

La *fièvre typhoïde* est aussi une maladie très infectieuse et parfois fatale. Cette maladie d'origine hydrique est caractérisée par de la fièvre, de la diarrhée, des maux de tête, une inflammation intestinale et des rougeurs sur l'abdomen et est causée par la bactérie *Salmonella typhi*. Étant donné la longue période d'incubation de plusieurs semaines, il est parfois difficile de déterminer la source et le moment de l'infection. Le sujet infecté peut demeurer porteur de la maladie même après la guérison.

La *dysenterie bacillaire*, également appelée shigellose, est une maladie causée par les bactéries de la famille *Shigella*. Caractérisée par une inflammation aiguë ou chronique du côlon et dont la période d'incubation est généralement de 4 jours ou moins, cette maladie est une importante cause de décès chez les jeunes ou les personnes affaiblies lorsque les installations sanitaires sont inadéquates.

La *dysenterie amibienne* peut provoquer la diarrhée ou la constipation ; le sujet infecté perd l'appétit et souffre de douleurs abdominales et on retrouve du sang et du mucus dans ses selles. Cette maladie rarement fatale, causée par un organisme unicellulaire ou protozoaire appelé *Entamoeba histolytica*, se retrouve sous forme de kystes de protection. Les sujets infectés peuvent continuer d'être porteurs pendant des années en excréant le microorganisme dans leurs selles.

La *poliomyélite*, appelée aussi polio, est une maladie débiliteuse causée par un virus. Les symptômes de la polio comprennent de la fièvre, des maux de tête, des troubles gastro-intestinaux et une raideur du cou et du dos. Cette maladie attaque le système nerveux central, causant la paralysie des membres inférieurs. La période d'incubation est normalement de 1 à 2 semaines. Les enfants âgés de 1 à 16 ans sont plus vulnérables que les adolescents et les adultes.

L'*hépatite infectieuse*, maladie très infectieuse et parfois fatale, est causée par un virus. Les symptômes sont la fièvre, la nausée, la perte de l'appétit, des vomissements, la fatigue, les maux de tête, une agitation nerveuse et de la confusion mentale. Cette maladie entraîne parfois le coma. Le foie augmente de volume et la peau et le blanc des yeux deviennent jaunes. L'incubation est généralement d'un peu plus de trois semaines. L'hépatite infectieuse possède divers modes de transmission, y compris la consommation d'eau et d'aliments contaminés.

Les tests normalisés pour déceler les coliformes font appel à des technologies relativement complexes et coûteuses, pour lesquelles les échantillons d'eau doivent souvent subir une longue période d'incubation. Un nouveau test plus rapide, plus simple et moins coûteux est en train d'être mis au point à l'intention des pays en développement avec l'appui du CRDI.

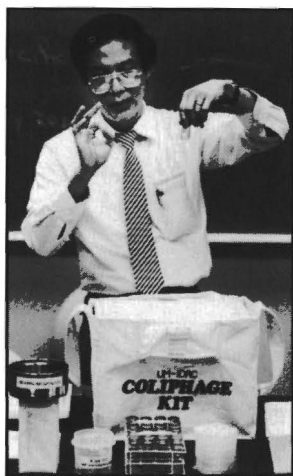
La turbidité, ou l'état trouble de l'eau attribuable à la présence de sédiments, influence aussi, mais indirectement, la potabilité. De minuscules particules en suspension peuvent abriter des bactéries et des virus, ce qui les rend difficiles à déceler et résistants à des désinfectants comme le chlore.

### Trousses d'analyse

Avec l'aide de l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE), service fort respecté du ministère canadien de l'Environnement, une nouvelle trousse d'analyse bactériologique est présentement mise au point par un réseau de chercheurs au Brésil, au Chili, en Égypte, en Malaisie, au Maroc, au Pérou, à Singapour et en Thaïlande. Plutôt que de chercher les coliformes eux-mêmes, la nouvelle trousse permet de déterminer la présence et la quantité d'organismes appelés coliphages, qui accompagnent les coliformes dont ils font leur proie. L'intérêt de cette nouvelle technologie, c'est qu'elle ne nécessite ni équipement complexe, ni laboratoire.

Les chercheurs sont également en train d'établir un système de classification de l'eau plus réaliste qui tient compte des conditions sanitaires à la source. Il permettra aux autorités de classer les sources d'eau selon les risques qu'elles présentent pour la santé publique. Le classement — peut-être sur une échelle de 1 à 4 — se ferait au moyen d'une combinaison de tests de coliphages et d'analyses des facteurs sanitaires observés directement sur les lieux, par exemple si les puits dans les villages sont adéquatement scellés ou situés assez loin des latrines.

Des spécialistes des approvisionnements en eau citent les cas, dans certains pays en développement, de ministères de la santé bien intentionnés qui avaient décidé d'analyser la qualité de l'eau en milieu rural en procédant à des tests microbiologiques traditionnels. Les résultats étaient inscrits à la main sur des fiches de laboratoire, puis oubliés sur les tablettes dans les bureaux du gouvernement. Si l'on n'a pas procédé à l'analyse des données et au suivi nécessaire, ce n'était pas par manque d'intérêt ou de ressources, mais à cause du volume énorme des données. Le nouveau test de coliphages promet de donner aux pays en développement un répertoire important et très riche d'informations de ce genre. Mais que peut-on faire pour éviter le syndrome du «tablettage des données»? Qu'est-ce que les gouvernements peuvent faire pour s'assurer que



Ministères de la Santé, prenez note : cette trousse d'analyse de l'eau est simple, rapide et peu coûteuse. (Photo gracieuseté du journal The Citizen, Ottawa, Canada)

les nouvelles données permettent en fin de compte d'offrir une eau de meilleure qualité dans les villages ?

Une équipe de recherche malaisienne, dont les membres proviennent du ministère de l'Environnement et de l'Université de Malaya, est en train de collaborer avec l'INRE du Canada pour résoudre ce problème en faisant appel à des microordinateurs. Leur travail est financé conjointement par la Division des sciences de la santé et la Division des sciences de l'information du CRDI. Ce projet très innovateur de gestion des données a pour objet de produire un progiciel facilement utilisable et peu coûteux à l'intention des organismes de surveillance de la qualité de l'eau dans les pays en développement. Le progiciel est établi à partir d'un logiciel existant appelé RAISON, mis au point par l'INRE pour la surveillance des pluies acides au Canada.

Le nouveau progiciel permettra aux utilisateurs de garder en mémoire tous les résultats des tests de coliphages et d'établir des cartes géographiques et des rapports informatisés des diverses caractéristiques des points d'approvisionnement du pays. Particulièrement utile, ce progiciel comportera un modèle mathématique permettant de classer rapidement les sources d'eau selon le système de classement des risques mentionné ci-dessus.

Le projet donnera aux autorités malaisiennes un accès rapide et facile à des informations sur les nombreuses sources d'eau en milieu rural dans le pays. Il permettra de déterminer les « points chauds » nécessitant des mesures de décontamination ou de protection et de décider où il y a lieu de prendre des mesures d'entretien et d'installer de nouveaux systèmes. Si le projet est couronné de succès, il sera diffusé à d'autres pays intéressés.

## **Épuration à faible coût**

Lorsqu'il s'agit de traiter l'eau pour s'assurer qu'elle soit sans danger, les systèmes de canalisation centralisée dans les grandes villes permettent de réaliser des économies d'échelle, un avantage certain. Dans les régions rurales cependant, une source d'eau, par exemple un puits ou un ruisseau, peut ne desservir qu'un petit village ou même que quelques familles. Dans ce contexte, les méthodes normales de désinfection de l'eau, par exemple l'ébullition ou la chloration, peuvent prendre trop de temps et coûter trop cher ou aller à l'encontre des coutumes locales.

Ces dernières années, le CRDI a financé plusieurs travaux de recherche visant à mettre au point des méthodes de traitement de l'eau adaptées aux besoins locaux. On sait depuis longtemps par exemple que les rayons ultra-violets tuent les bactéries dans l'eau de consommation. Des appareils de désinfection utilisant des lampes à rayons ultra-violets sont vendus dans les pays

industrialisés, mais ils sont trop coûteux pour les pays en développement. Des chercheurs en Thaïlande et au Liban ont reçu des subventions du CRDI qui leur permettent de faire des recherches sur l'utilisation des rayons ultra-violet du soleil pour désinfecter l'eau.

En Inde, les maladies d'origine hydrique sont la source d'environ 80 % des problèmes de santé publique. Une méthode peu coûteuse de traitement de l'eau pourrait aider à corriger la situation. L'Institut indien de technologie à Kanpur a démontré que les cendres obtenues lorsqu'on brûle les balles de riz (un déchet abondant des exploitations rizicoles de l'Inde) peuvent être mélangées à du ciment et à de l'eau pour donner des filtres à eau peu coûteux. Le CRDI finance actuellement un projet avec le Centre Tata de recherche, de développement et de conception, à Pune, qui a pour objet de mettre au point et de tester de tels filtres pour usage domestique.

L'Institut a également reçu des fonds qui lui ont permis d'étudier, en collaboration avec l'Université d'Ottawa, l'utilisation du charbon bitumeux dans les filtres à eau à usage domestique. Les premiers tests indiquent que le charbon pourrait fort bien éliminer de l'eau les bactéries et les virus pathogènes.

Parmi les autres méthodes de traitement de l'eau actuellement examinées avec l'appui de la Division des sciences de la santé du CRDI, on compte la filtration sur sable en Thaïlande et des hypochlorateurs pouvant être utilisés dans les villages en Bolivie.

Finalement, mentionnons la mise au point, au Botswana, de petits distillateurs solaires pour dessaler l'eau tirée des forages dans le désert du Kalahari. Les collectivités isolées dans ce pays sec ne disposent que d'une fraction de l'eau douce dont ils ont besoin pour assurer la santé et le confort de la population. L'eau tirée des forages est souvent salée et si elle est consommée régulièrement, peut provoquer de graves problèmes de santé.



*Assemblage de distillateurs solaires dans le désert du Kalahari, au Botswana.*

Une équipe de recherche au Centre d'innovation pour les industries rurales (CIIR) du Botswana a conçu et fabriqué de petits distillateurs en verre et en fibre de verre ressemblant à des serres. L'eau salée est placée dans la base en fibre de verre du distillateur où elle est chauffée par le chaud soleil du désert. Elle s'évapore puis se condense sur des plaques de verre. L'eau distillée coule le long du verre dans un canal qui l'amène au réservoir de stockage. Le sel, quant à lui, demeure dans la base du distillateur. Le succès de ce projet dans les villages éloignés du Botswana a amené d'autres pays africains à s'adresser au CIIR pour obtenir cette technologie.

## LES DANGERS DE L'EAU DOUCE

L'eau est un élément puissant qui peut littéralement déplacer des montagnes. Parmi ses manifestations les plus spectaculaires, celles qui mettent en danger la vie et la propriété, on retrouve les crues éclair, les glissements boueux et l'érosion du sol. Le ruissellement naturel de l'eau à la surface de la terre et le transport d'une partie du sol vers des niveaux inférieurs ou même vers la mer, qui en résulte, font partie du cycle géologique naturel de notre planète. Partout dans le monde cependant, l'érosion du sol est accélérée par l'activité humaine, et cela a des conséquences dévastatrices. La croissance des populations humaines et animales, les pratiques destructrices en matière de culture et de pâturage et le déboisement par abattage sont quelques-unes de ces causes interreliées.

La Chine, qui compte plus d'un milliard d'habitants, a encore une économie à prédominance agricole. Certaines régions y sont gravement menacées par l'érosion des sols, un problème dont le gouvernement a commencé à se préoccuper vers la fin des années 50 et contre lequel il a pris certaines mesures positives. L'érosion des sols réduit la productivité agricole et mine le développement portuaire et la navigation dans les rivières à cause de l'envasement. Elle amène également les rivières à sortir de leur lit, provoquant ainsi des crues qui constituent un danger pour les humains.

La province montagneuse de Guangdong, dans le Sud de la Chine, a été particulièrement touchée. Environ le tiers de ses 110 comtés ont des zones érodées de plus de 100 km<sup>2</sup>. Des mesures de protection ont été essayées : la plantation d'arbres et d'autres végétaux, la construction de barrages-déversoirs et de canaux de détournement des eaux

et l'aménagement de terrasses. Dans certains cas, les interventions se révèlent efficaces, mais pas toujours. La cause fondamentale du problème est l'absence d'analyse scientifique de la façon dont ces mesures réduisent les effets de l'érosion.

La Division des sciences de la terre et du génie du CRDI appuie un important projet d'analyse de l'érosion des sols à Guangdong. Des scientifiques de l'Institut de géographie de Guangzhou, en Chine, et de l'Université de Toronto, au Canada, en examinent les causes et les répercussions biophysiques et socioéconomiques. Ce programme de recherche conjoint se fonde sur l'étude de la pluviosité, de l'humidité des sols, des niveaux de l'eau souterraine, du ruissellement de surface et d'autres facteurs liés à l'érosion. Les résultats des mesures actuelles de lutte contre l'érosion seront également évalués. Les résultats les plus importants de ces travaux seront des recommandations visant à améliorer l'aménagement des terres.

### **L'utilisation optimale des radars**

Une autre province chinoise, celle de Gansu, est fréquemment victime de crues éclair et de tempêtes de grêle qui endommagent gravement les récoltes de blé, de maïs et de millet. Reconnaisant ce problème, l'Institut Lanzhou fait appel à la technologie connue des radars météorologiques pour étudier la structure et la répartition de ces manifestations météorologiques imprévues, et ainsi être en mesure de les prévoir. Cependant, les radars ne sont pas équipés de systèmes d'enregistrement numérique et d'analyse informatisée. De tels systèmes permettraient d'améliorer la surveillance des formations nuageuses et donc de prévoir avec plus de rapidité et de précision les tempêtes et les crues.

Un projet conjoint du CRDI entre l'Institut Lanzhou et l'Université McGill à Montréal donne aux Chinois l'occasion d'améliorer leur système de radar et d'acquérir le savoir-faire nécessaire en matière d'analyse assistée par ordinateur. Cela leur permettra de mieux prévoir non seulement les tempêtes risquant de causer des dommages, mais également la pluie en général. En conséquence, la gestion des ressources hydriques, particulièrement aux fins de l'irrigation, devrait aussi s'améliorer.

Récemment, la Division des sciences de l'information du CRDI a également accepté de financer un important projet d'étude des inondations dans le Sud de la Chine. La subvention permettra au Laboratoire des systèmes d'information sur les ressources et l'environnement d'établir une base de données géographiques sur la région du lac Dongting, une zone agricole fertile très prédisposée aux inondations. Le système informatisé renfermera des

données topographiques, météorologiques et hydrologiques, de même que des cartes et des renseignements sur la documentation disponible en matière de reconstruction. Le personnel du projet établira une méthode de mise à jour de l'information à l'aide de techniques et de données de télédétection. À l'avenir, en cas d'inondation, le système informatisé permettra d'améliorer l'efficacité du contrôle et de la gestion des dommages. Un autre résultat très concret du projet sera la production d'un atlas régional renfermant environ 70 cartes thématiques.

### Des trous dans les montagnes

Les problèmes d'érosion du petit royaume montagneux du Swaziland, en Afrique australe, sont semblables à ceux du Sud de la Chine. L'eau s'écoulant sur les versants des montagnes a creusé d'énormes ravines dans le paysage. Ces «dongas» sont principalement attribuables à l'activité humaine. Les agriculteurs défrichent la terre, la cultivent puis y laissent paître leurs troupeaux, souvent trop nombreux. Comme une grande partie de la couverture végétale est disparue, le sol fragile est facilement érodé. Les aquifères perdent leurs eaux par les dongas et ne se rechargent pas aussi rapidement à cause du ruissellement accru. Cela diminue la quantité d'eau souterraine potable à la disposition des villageois. En aval, les sédiments obstruent les ruisseaux, les rivières et les rigoles, et affaiblissent les fondations des routes et des ponts.

Une équipe de chercheurs du Swaziland et du Canada est actuellement en train d'étudier plus en détail ce qui cause les dongas et leur influence sur le régime hydrologique de la région. Ils espèrent trouver des mesures correctrices pour mettre fin à cette détérioration inquiétante de l'écosystème du Swaziland.

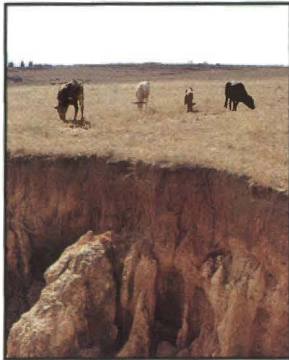
Finalement, il convient de mentionner un projet conjoint mené par des scientifiques de la Bolivie et du Canada afin de mieux comprendre un problème d'inondation compliqué et assez grave en Bolivie. L'«altiplano», une région de plaines élevées en Bolivie, a un climat sous-tropical semi-aride et une pluviosité annuelle très irrégulière. Au cours des 30 dernières années, les variations de la pluviosité sont devenues extrêmes, des périodes de pluie intense et fréquente alternant avec des périodes de sécheresse. Ces variations climatiques provoquent de graves inondations dans le bassin de drainage de l'altiplano — un secteur minier et agricole à forte densité de population. Les niveaux de la rivière Desaguadero et des lacs Titicaca et Poopo ont augmenté et deux nouveaux lacs ont été créés depuis 1960. Ces dernières années les crues ont endommagé de vastes étendues de terre agricole, détruit des milliers de maisons et exigé l'évacuation de collectivités entières.



*Barrages en pierre et rondin contre l'érosion au Swaziland.*



*Les dongas, ou ravines, transportent les sédiments vers les terres basses où ils obstruent fleuves et cours d'eau.*



*La cause et l'effet : la surutilisation des pâturages et les dongas.*

Malheureusement, faute de comprendre scientifiquement l'évolution du système hydrologique de la région, il est impossible de concevoir des mesures efficaces de protection contre les inondations ou de conservation de l'eau, ni de stratégies de gestion. Avec l'aide du CRDI, des scientifiques de l'Université Laval, à Québec, au Canada, travaillent avec des collègues de la Universidad Mayor de San Andrés, à La Paz, et de la Universidad Tecnológica de Oruro, pour comprendre le phénomène et proposer des mesures concrètes pour parer aux inondations. Ce genre de travail scientifique d'avant-garde est une première étape essentielle en vue de la remise en état des terres le long de la rivière Desaguadero. En l'absence de telles mesures, la région continuera d'être à la merci des changements déconcertants de son climat et de sa géographie.

## INFORMATION POUR LES SPÉCIALISTES

Les connaissances scientifiques et techniques ne sont pas statiques. Il est vrai que les vastes modèles conceptuels, ou paradigmes, qui régissent la recherche quotidienne peuvent ne changer qu'une fois toutes les générations. Mais les résultats des recherches menées en fonction de ces paradigmes continuent de s'accumuler : de nouveaux puzzles, la correction de théories, des applications innovatrices, des innovations techniques, et des «attention : impasse» le long du sentier semé d'embûches qui mène à la connaissance.

Il appartient aux spécialistes de l'information d'organiser ces résultats et de les rendre accessibles — particulièrement les innovations. Si l'on ne dispose pas d'informations à jour, on risque de réinventer sans cesse la



roue, et un ingénieur ou un concepteur de pompe à main pourra s'engager bien involontairement dans une impasse. «L'urgence» chronique du problème des approvisionnements en eau dans les pays en développement exige un accès rapide à des informations à jour sur les technologies appropriées qui ont fait leurs preuves.

## **Établissement de réseaux en Amérique latine**

Bien avant le début de la Décennie de l'eau décrétée par l'ONU, la Division des sciences de l'information du CRDI jouait déjà les «sages-femmes internationales» pour la création de centres et de réseaux d'information répondant aux besoins des spécialistes de l'eau. Au milieu des années 70, la division a financé la conception, le lancement et l'exploitation du réseau latino-américain d'information et de documentation sur le génie sanitaire et les sciences de l'environnement (REPIDISCA). Le réseau, dont le siège est au Centre panaméricain du génie sanitaire et des sciences de l'environnement (CEPIS), à Lima, au Pérou, regroupe maintenant 135 centres de 14 pays de l'Amérique latine et des Antilles. Ces centres cherchent et choisissent des documents tels des livres, des revues scientifiques, des rapports techniques, des thèses, des documents de travail, des rapports de recherche et des communications. Ils décrivent et analysent le contenu de chaque titre et soumettent cette information au réseau, qui l'ajoute à sa base de données bibliographiques. REPIDISCA constitue un bon exemple d'une tribune efficace pour le partage de l'information au niveau régional, et l'on est en train d'essayer d'établir des réseaux semblables en Afrique et en Asie.

Une fois le réseau pleinement opérationnel, l'appui direct du CRDI a cessé. Cependant, au niveau national, le CRDI continue d'offrir son aide à des organismes d'information désirant se joindre au réseau. Il existe des projets semblables en Argentine, au Guatemala, au Nicaragua et au Pérou.

Les pays d'Afrique et d'Asie commencent également à recourir à des réseaux d'information dans le domaine de l'eau et de l'assainissement. En Afrique occidentale par exemple, le CRDI appuie le centre de documentation du Comité interafricain d'études hydrauliques (CIEH), dont le siège est au Burkina Faso. En plus de renforcer les activités du centre, le projet permettra de mettre en place un système d'information sur l'eau et l'assainissement à l'intention d'autres pays d'Afrique occidentale et centrale.

L'Alliance asiatique des praticiens des technologies appropriées (APPROTECH), dont le siège est aux Philippines, compte 38 ONG membres dans huit pays. Toutes oeuvrent dans le domaine du développement communautaire et ont besoin d'avoir accès à des informations pertinentes sur la fourniture de l'eau et de

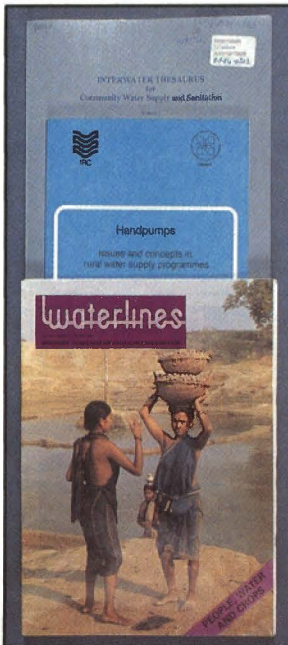
services d'assainissement. APPROTECH a reçu du CRDI une subvention qui lui a permis de mettre sur pied un système d'information pour répondre à ces besoins. L'information produite par les membres de l'Alliance est recueillie, organisée et diffusée. Le projet publiera également un répertoire des projets d'eau et d'assainissement du réseau, un registre des experts et une bibliographie sur les technologies appropriées.

À Sri Lanka, les ONG jouent également un rôle important dans les projets communautaires d'approvisionnement en eau. Une subvention que le CRDI a octroyée à la Commission nationale sur les approvisionnements en eau et le drainage est actuellement utilisée pour la mise en place d'un centre de documentation sur l'eau et l'assainissement, qui constituera un service central d'information pour un réseau national regroupant des travailleurs sur le terrain des ONG de même que le personnel des universités et du gouvernement. Un projet semblable est actuellement en cours au niveau gouvernemental en Indonésie.

### Le vocabulaire de l'eau

L'un des fruits les plus récents des travaux appuyés par le CRDI a été la rédaction du *Interwater Thesaurus*. Publié en 1988 par le Centre international de référence pour l'approvisionnement en eau collective et pour l'assainissement des Pays-Bas, il s'agit d'une liste multilingue et structurée de mots clés utilisés pour indexer et classer la documentation sur les approvisionnements en eau et les services d'assainissement en milieu rural. Il s'agira sans aucun doute d'un outil précieux pour les spécialistes de l'information en matière d'eau dans le monde entier; il permettra notamment d'uniformiser le traitement et l'enregistrement des nouveaux documents. Le Centre international de référence, en collaboration avec le CRDI, a également publié *Handpumps: issues and concepts in rural water supply programmes*. Cette publication (IRC Technical Paper No. 25) porte sur plusieurs aspects de l'approvisionnement en eau et insiste sur la participation communautaire à toutes les phases du projet.

Finalement, le CRDI continue de fournir une aide financière à la publication *Waterlines*, un magazine trimestriel sur les technologies appropriées en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement. Publié par Intermediate Technology Publications Ltd de Londres, au Royaume-Uni, le magazine s'adresse aux professionnels et aux techniciens des pays en développement. La publication bénéficiera d'une récente subvention du CRDI jusqu'à la fin de la Décennie de l'eau et lui permettra d'élaborer une stratégie de mise en marché qui en assurera la survie dans les années 90.



Quelques publications traitant de l'eau qui ont reçu l'appui du CRDI.

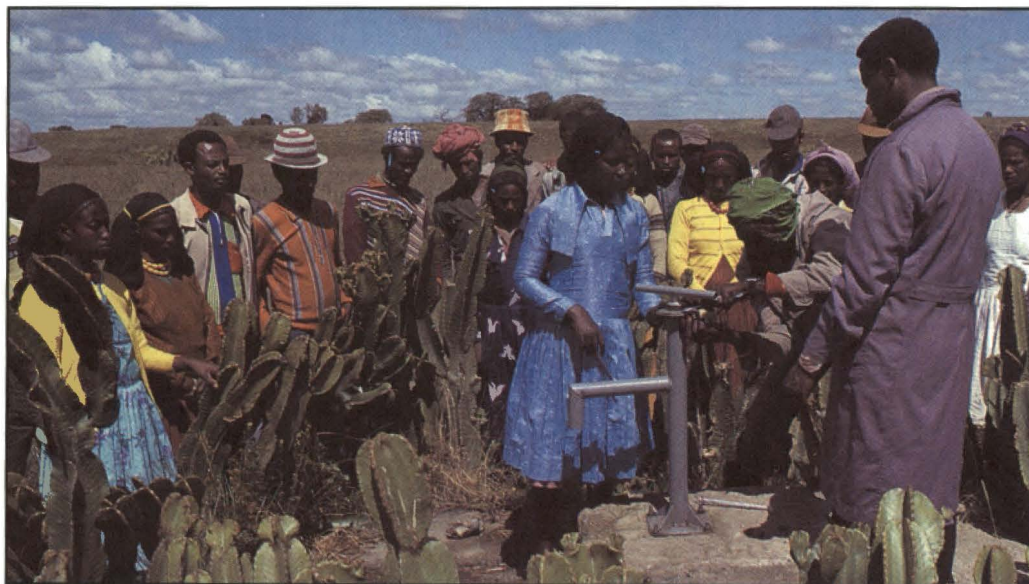
La Division des sciences de l'information passe actuellement en revue son programme d'information sur l'eau et l'assainissement, pour s'assurer que, pendant le reste de la Décennie de l'eau et au-delà, son assistance sera soigneusement coordonnée avec les activités d'autres organismes internationaux.

## CONCLUSION

L'eau compte parmi les matières premières les plus importantes pour la vie sur la terre. Mais elle peut aussi se révéler un élément destructeur et terrifiant qui échappe au contrôle des humains. La recherche de sources d'eau douce adéquates, tant en quantité qu'en qualité, et de moyens de dompter cet élément puissant constitue un impératif pour l'humanité, une préoccupation constante.

La croissance explosive de la population mondiale et l'industrialisation qui ont caractérisé le XX<sup>e</sup> siècle se sont traduites par une demande et des pressions écologiques sans cesse croissantes face à nos ressources hydriques. Il est de plus en plus difficile de protéger l'eau contre le tourbillon des activités quotidiennes des êtres humains, particulièrement dans les grandes villes du monde en développement. Cette réalité exige une réflexion ordonnée et l'adoption de solutions pratiques — en d'autres mots, la recherche et le développement.

*Des étudiants réunis pour apprendre la technologie de la pompe en Éthiopie.*



Depuis 18 ans, le CRDI appuie et encourage les travaux des scientifiques et des technologues des pays en développement, travaux dont un grand nombre sont axés sur le rôle de l'eau douce dans la vie des humains. Dans certains cas, des Canadiens ont travaillé en collaboration avec ces hommes et ces femmes. De nouvelles connaissances et un nouveau savoir-faire ont été acquis, et tout un arsenal de technologies de l'eau appropriées et peu coûteuses voit graduellement le jour.

La Décennie de l'eau se terminera sous peu. Même si ses buts optimistes n'ont pas été tous pleinement atteints, des progrès tangibles ont été réalisés. Pour des millions d'êtres humains, grâce aux efforts déployés dans le cadre de la décennie, l'eau douce est dorénavant une ressource fiable et sûre plutôt qu'un danger chronique pour la santé. À l'échelle globale, la contribution du CRDI a été modeste, mais significative. Elle a permis de replacer la recherche de cet impératif dans un contexte plus scientifique.

## PUBLICATIONS ET FILMS

Les publications et films présentés dans cette section traitent de problèmes et de questions se rapportant à l'eau. On peut obtenir les productions de la Division des communications en s'adressant au siège de l'organisme (CRDI, C.P. 8500, Ottawa, Ontario, Canada) ou à n'importe quel bureau régional (voir les adresses à la fin de la publication). Les films du CRDI peuvent être achetés ou empruntés. Les publications sont distribuées gratuitement dans les pays en développement et sont vendues à un prix nominal dans les pays développés. On peut également se procurer les publications du CRDI sur microfiches.

### Livres

*Évaluation de l'effet sur la santé : approvisionnement en eau, assainissement et hygiène — J. Briscoe, R.C. Feachem et M.M. Rahaman, 1987, 84 p., IDRC-248f, 8,00 \$*

Pour établir des priorités et répartir des fonds de manière rationnelle, les responsables des services de santé dans les pays en développement doivent connaître les effets des programmes d'approvisionnement en eau et d'assainissement sur la santé. Cette monographie, parrainée conjointement par l'UNICEF et le CRDI, résume les résultats d'un atelier tenu en 1983 au Bangladesh et organisé par l'International Centre for Diarrhoeal Disease Research. Cette réunion a porté sur plusieurs sujets, notamment sur les conditions dans lesquelles les évaluations de l'effet de

programmes sur la santé devraient être faites ; sur les indicateurs à employer pour mesurer cet effet sur la santé ; sur les plans d'évaluation susceptibles d'être utilisés et sur la façon d'interpréter les résultats des évaluations.

*Essais en laboratoire et sur le terrain des pompes à main — Goh Sing Yau, 1986, 152 p., IDRC-TS51f, 10,00 \$*

Cette publication décrit les programmes d'essai en laboratoire et sur le terrain pour les pompes en polyéthylène et en PCV. L'auteur présente également une analyse mathématique de la pompe à piston, une méthode d'amélioration de l'assemblage des soupapes, deux logiciels pour la collecte et le traitement des données et des formulaires normalisés d'enquête sur le terrain.

*Le rôle des femmes dans le domaine de l'approvisionnement en eau et des services d'hygiène : tentatives pour relever un défi séculaire — 1986, 120 p., IDRC-236f, 12,00 \$*

Cet ouvrage présente un compte rendu d'un séminaire international tenu à Manille aux Philippines en septembre 1984. On traite des obstacles qui ont entravé la participation des femmes aux activités d'approvisionnement en eau et d'hygiène. Les domaines pour des activités futures de recherche et des façons d'améliorer le rôle des femmes dans ce domaine sont identifiés.

## Films

*L'artisan de la santé — 1986, 27 min, CRDI, offert en format 16 mm et vidéo (NTSC et PAL)*

Des milliers de gens meurent chaque jour dans les pays en développement faute d'eau potable et de services d'hygiène. Femmes et enfants passent des heures chaque jour à la dure corvée quotidienne de l'eau, une eau souvent contaminée. Ce film montre de quelle façon on peut concevoir, expérimenter et fabriquer localement des pompes à main aussi simples que durables qui fournissent de l'eau propre et des possibilités d'emploi et ainsi éliminer la dépendance sur les pompes étrangères et leurs pièces de rechange. Le film montre aussi comment les femmes, principales usagères de pompes, peuvent prendre en charge le système d'approvisionnement en eau et son entretien.

*L'eau et l'hygiène — 1983, 23 min, CRDI, offert en format 16 mm et vidéo (NTSC, PAL et SECAM)*

Dans les pays en développement, les maladies d'origine hydrique tel le choléra, la typhoïde ou la dysenterie continuent de sévir et tuent des milliers d'êtres humains chaque année. Les enfants sont les premières victimes de ce fléau. Même quand une source d'eau est potable, la pollution environnante et les piètres conditions d'hygiène ont tôt fait de la contaminer et d'en faire l'agent

principal de la propagation des maladies. Ce film a été tourné dans plusieurs pays dont le Bangladesh, le Kenya, les Philippines, le Sri Lanka et la Thaïlande. Des séquences d'animation ponctuent l'action pour illustrer clairement, à des auditoires de diverses cultures, la transmission de la maladie. Produit en collaboration avec l'Organisation mondiale de la santé et Oxfam, *L'eau et l'hygiène* s'adresse en tout premier lieu aux auxiliaires de santé et aux ingénieurs et techniciens du génie sanitaire des pays en développement. Il pourra aussi apporter des informations précieuses à tous ceux qui, de par le monde, élaborent des politiques de santé. Un guide de l'utilisateur est également offert lorsque le film est utilisé à des fins pédagogiques pour les programmes de santé dans les pays en développement.



*De l'eau douce propre pour tous . . .*

## Conseil des gouverneurs

**Anne-Claude Bernard-Bonnin**  
Canada

**Albert J. Butros**  
Jordanie

**Gelia T. Castillo**  
Philippines

**Margaret Catley-Carlson**  
Canada

**Umberto P. Colombo**  
Italie

**Norman T. Currie**  
Canada

**Ivan L. Head**  
(Président du Centre)  
Canada

**Gerald K. Helleiner**  
Canada

**Walter J. Kamba**  
Zimbabwe

**Francis Keppel**  
États-Unis

**Peter A. Larkin**  
(Vice-président du  
Conseil)  
Canada

**Alexander A. MacDonald**  
Canada

**Robert C. McGinnis**  
Canada

**M.G.K. Menon**  
Inde

**Sadako Ogata**  
Japon

**Jean-Guy Paquet**  
Canada

**Marie-Josée Pinard**  
Canada

**Sir Kenneth L. Stuart**  
Indes-Occidentales

**Janet M. Wardlaw**  
(Présidente du  
Conseil)  
Canada

**Xi Huida**  
République  
populaire de Chine

**Clara Zomer**  
Costa Rica

## Cadres supérieurs

**Ivan L. Head**  
Président

**Raymond J. Audet**  
Vice-président, Ressources

**James Mullin**  
Vice-président, Programme

**Robert Auger**  
Secrétaire et Conseiller juridique

**Gérald R. Bourrier**  
Directeur, Bourses

**W. Douglas Daniels**  
Directeur, Planification et évaluation

**Antoine Hawara**  
Trésorier

**David Nostbakken**  
Directeur, Communications

**J. Allan Rix**  
Directeur, Ressources humaines

**Martha B. Stone**  
Directrice, Sciences de l'information

**Mousseau Tremblay**  
Directeur, Sciences de la terre  
et du génie

**Anne V.T. Whyte**  
Directrice, Sciences sociales

**Richard Wilson**  
Directeur, Sciences de la santé

**Hubert G. Zandstra**  
Directeur, Sciences de l'agriculture, de  
l'alimentation et de la nutrition

## Directeurs régionaux

**Daniel Adzei Bekoe**  
Bureau régional pour l'Afrique  
orientale et australe  
CRDI, P.O. Box 62084  
Nairobi, Kenya

**L. Fernando Chaparro**  
Bureau régional pour l'Amérique  
latine et les Antilles  
CIID, Apartado Aéreo 53016  
Bogotá, D.E., Colombie

**Jingjai Hanchanlash**  
Bureau régional pour l'Asie du  
Sud-Est et de l'Est  
IDRC, Tanglin P.O. Box 101  
Singapore 9124, République de  
Singapour

**Fawzy Kishk**  
Bureau régional pour le Moyen-Orient  
et l'Afrique du Nord  
CRDI, B.P. 14, Orman  
Giza, Le Caire, Égypte

**Vijay G. Pande**  
Bureau régional pour l'Asie du Sud  
CRDI, 11 Jor Bagh  
New Delhi 110003, Inde

**Pierre Sané**  
Bureau régional pour l'Afrique  
centrale et occidentale  
CRDI, B.P. 11007, CD Annexe  
Dakar, Sénégal

