

201 9900

Library
IRC International Water
and Sanitation Centre
Tel.: +31 70 30 689 30
Fax: +31 70 35 899 84

**La durabilité des systèmes d'approvisionnement en eau potable
et d'assainissement dans les zones rurales
des pays en voie de développement**

** Enjeux et perspectives **

Rapport effectué dans le cadre de la préparation
au Diplôme d'Ingénieur Diplômé par l'Etat

Spécialité : « Eau et assainissement »
Au sein de l'Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier

Préparé par François Brikké

Septembre 1999

DRAFT
VERSION

Composition du Jury local:

M. Desbordes, Président du Jury
A. Grasmick
A. Mayer

201-9900-15686

Résumé

La durabilité est un terme de plus en plus utilisé dans le vocabulaire des professionnels du développement, et son concept n'a cessé d'évoluer au cours des années 90. De plus, la problématique des AEPA dans les zones rurales est bien distincte de celle des zones urbaines, déjà de part le type de technologie utilisée et de part les conditions d'organisation sociale qui assurent la gestion, le fonctionnement et la maintenance des systèmes.

L'examen des contraintes rencontrées dans le fonctionnement de ces technologies ainsi que les analyses faites sur le terrain par divers experts sur le problème de la durabilité, en Afrique de l'Ouest, Afrique du Sud Est, au Mozambique, en Equateur, au Mexique, au Vietnam et en Inde, nous montre que la durabilité n'est pas uniquement une question d'ordre technique, mais également d'ordre financière, communautaire, institutionnelle et environnementale.

La durabilité des systèmes d'AEPA des zones rurales des PVD repose sur plusieurs principes qui ont fait l'objet de nombreuses Conférences internationales, à savoir : le besoin d'une planification intégrale eau, assainissement et environnement ; l'implication des communautés au niveau de la demande, de la planification, de la gestion, en respectant l'équilibre entre hommes et femmes ; l'adoption de technologies à faible coût, mais en mesure de répondre aux besoins futurs, tout en consolidant la disponibilité de pièces détachées ; la décentralisation des responsabilités et une plus grande implication du secteur privé ; un changement de comportement individuel et collectif en matière d'hygiène et de protection de l'environnement .

Enfin, la durabilité est un concept nouveau auquel les professionnels du secteur ont besoin de se familiariser, afin de consolider le bien être des populations concernées, et d'accroître la crédibilité de nos investissements et modèles de développement des AEPA dans les zones rurales des PVD.

**La durabilité des systèmes d'approvisionnement en eau potable
et d'assainissement dans les zones rurales
des pays en voie de développement**

** Enjeux et perspectives **

Rapport effectué dans le cadre de la préparation
au Diplôme d'Ingénieur Diplômé par l'Etat

Spécialité : « Eau et assainissement »
Au sein de l'Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier

Préparé par François Brikké

Septembre 1999

Composition du Jury local:

M. Desbordes, Président du Jury
B. Grasmick
A. Mayer

LIBRARY IRC
PO Box 93190, 2509 AD THE HAGUE
Tel.: +31 70 30 689 80
Fax: +31 70 35 899 64

BARCODE: 15686
LO: 201 9904

Table des matières

INTRODUCTION	4
Contexte	4
Organisation et méthodologie du rapport	8
1. LA RÉALITÉ DU TERRAIN : « QUELS SONT LES PROBLÈMES TECHNIQUES AFFECTANT LA DURABILITÉ ? »	10
1.1 Généralités	10
1.2 Sources d'eau	11
1.2.1 Eau de pluie	12
1.2.2 Eau souterraine	13
1.2.3 Eau de surface	16
1.3 Moyens d'exhaure de l'eau	17
1.4 Sources d'énergie	21
1.5 Traitement de l'eau	23
1.5.1 Aspects généraux	23
1.5.2 Qualité et traitement de l'eau souterraine	26
1.5.3 Qualité et traitement de l'eau de surface	27
1.5.4 Traitement de l'eau au niveau domestique	29
1.5.5 Traitement collectif de l'eau	31
1.6 La distribution de l'eau	35
1.6.1 Aspects généraux	35
1.6.2 Réservoirs	37
1.6.6 Bornes fontaines	39
1.6.7 Connexion domestique	40
1.7 Le cas de l'assainissement	41
1.7.1 Remarques générales	41
1.7.2 Systèmes secs	43
1.7.3 Systèmes humides	45
1.7.3 Techniques de vidange	47
1.7.5 Evacuation des eaux usées	49
2. L'AVIS DES EXPERTS : « QUELLES SONT LES CAUSES DES PROBLÈMES AFFECTANT LA DURABILITÉ ? »	51
2.1 Remarques générales	51
2.2 Qu'en est-il en Afrique de l'Ouest ?	53
2.2.1 Le point de vue de la sous - région	53
2.2.2 Pays par pays	56
2.3 Qu'en est-il en Afrique du Sud - Est ?	61
2.3.1 Aspects régionaux communs	61

2.3.2 Pays par pays	62
2.4 Le cas du Mozambique	66
2.4.1 Aspect généraux	66
2.4.2 Les pompes à main	66
2.4.3 Les petites adductions d'eau	68
2.5 Le cas de l'Equateur	69
2.5.1 Aspects généraux de l'évaluation	69
2.5.2 Indicateurs pour évaluer la durabilité	70
2.5.3 Résultats de l'évaluation	72
2.6 Le cas du Mexique	73
2.6.1 Aspects généraux	73
2.6.2 Contraintes principales rencontrées :	74
2.7 Le cas du Vietnam	76
2.7.1 Aspects généraux	76
2.7.2 La situation est-elle durable ?	76
2.8 Le cas de l'Inde	78
2.8.1 Aspects généraux	78
2.8.2 Le cas de l'Etat de Madhya Pradesh	79
3. L'ÉVOLUTION DU CONCEPT : « QUELS SONT LES ÉLÉMENTS CLÉS DE LA DURABILITÉ ? »	81
3.1 Remarques générales	81
3.2 Le bilan de la Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement	81
3.3 L'apport des récentes Conférences Internationales sur l'eau et l'assainissement	85
3.3.1 Conférence de New Delhi (1990)	85
3.3.2 Conférence de Dublin (1992)	86
3.3.3 Sommet de la Terre de Rio de Janeiro (1992)	88
3.3.4 Conférence ministérielle de Noordwijk (1994)	88
3.3.5 Le Sommet social de Copenhague (1995)	90
3.3.6 Conférence «eau et développement Durable» de Paris (1998)	90
3.3.7 Commission du Développement Durable (1998)	92
3.4 L'évolution des principes	93
3.4.1 Planification intégrale	93
3.4.2 Participation / gestion des communautés	97
3.4.2 Parité hommes - femmes	99
3.4.3 Technologie appropriée	100
3.4.3.1 La sélection de technologie	101
3.4.3.2 La disponibilité des pièces détachées	104
3.4.4 Pour un recouvrement des coûts durable	106
3.4.5 Décentralisation et secteur privé	106
3.4.5.1 Pourquoi décentraliser ?	106
3.4.5.2 Le processus de décentralisation au niveau rural	109
3.4.5.4 Quel rôle pour le secteur privé ?	111
3.4.5.5 Quelles sont les leçons apprises sur la décentralisation?	112
3.4.6 Vers une gestion efficace	113
3.4.6.1 Options de gestion possibles	113
Source : Brikké (1999) La problématique de la décentralisation	115
3.4.6.2 Le cas du Sud Ouest du Burkina Faso	115
3.4.6.3 Le cas du Mali	117
3.4.6.4 Le cas de la Colombie	119

3.4.6.5 Le cas du Mexique	121
4. CONCLUSIONS : LA DURABILITÉ AUJOURD'HUI ET DEMAIN	123
4.1 Comment définir la durabilité ?	123
4.1.1 La définition de l'OCDE	123
4.1.2 La définition d'un Groupe de Travail de l'OMS	123
4.1.3 La définition de la Coopération suisse	126
4.1.4 La définition de la coopération néerlandaise	128
4.1.5 La définition de la Banque Mondiale	129
4.2 Une définition prévalante aujourd'hui	130
4.2.1 Durabilité et cycle de projet	131
4.2.2 Les facteurs contribuant à la durabilité	134
4.2.3 Processus qui contribuent à la durabilité	139
4.2.4 Le cas de l'assainissement	141
4.2.5 Définition d'un service AEPA durable	142
4.3 Quelles perspectives pour l'avenir ?	143
4.3.1 La pompe à corde	143
4.3.2 Filtration à étapes multiples	145
4.3.3 Quelle technologie pour le futur ?	147
BIBLIOGRAPHIE	149

Introduction

Contexte

Lors de la Conférence des Nations Unies sur l'eau de Mar del Plata en 1977, la communauté internationale du développement s'est réunie et fit l'appel suivant : *« Tous les peuples, quels que soient leur niveau de développement et leurs conditions économiques et sociales, ont le droit à un accès à de l'eau potable en quantité et qualité égales à leurs besoins »*. Plus de vingt ans plus tard, le déficit reste à relever.

En effet, on estime que quatre-vingts pour cent de toutes les maladies et un tiers de tous les décès dans les pays en voie de développement (PVD) sont dus directement ou indirectement à la consommation d'eau malsaine et à un assainissement défaillant; au moins dix pour cent des heures/homme productives seraient perdues à cause de maladies liées à l'eau et aux déficiences sanitaires, par exemple la diarrhée, le choléra, les parasites (ver de Guinée), etc.

Sans gestion durable des ressources en eau, l'eau pourrait devenir dans un avenir proche, un facteur freinant la croissance de nombreux pays en voie de développement. Le manque d'accès à l'eau potable de qualité et à un service d'assainissement adéquat entraîne une détérioration de l'environnement dans lequel on vit, qui est un des aspects de la pauvreté.

La durabilité est un terme très utilisé dans le monde du développement depuis le début des années 90, et son concept n'a cessé de se raffiner. Il est né tout d'abord

du rapport Bruntland, intitulé «*Our Common Future*», des années 80, qui mentionnait la notion de développement durable, en le définissant comme un développement qui répond aux besoins présents sans porter atteinte à la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins. La durabilité est donc une autre façon de voir le présent, c'est une façon de voir le présent en mesurant les conséquences sur l'avenir.

La notion de durabilité dans le secteur de l'eau et de l'assainissement est né du constat de la décennie de l'eau des années 80, au cours duquel les professionnels du secteur ont réalisé qu'il ne suffisait plus d'effectuer d'importants investissements en équipements pour augmenter la couverture en eau potable, mais qu'il fallait également en assurer leur bon fonctionnement, leur gestion et leur maintenance.

Quelques précisions sur le terme durabilité. La langue anglaise n'utilise qu'un seul substantif, *sustainability*, pour désigner la durabilité ; la langue espagnole utilise deux substantifs *sostenibilidad* (utilisé pour donner la notion de viabilité dans le temps) et *sustentabilidad* (utilisé surtout dans le contexte environnemental). La langue française utilise trois substantifs pour désigner la notion de permanence et de continuité, *durabilité*, *pérennité*, et *viabilité*, tous les trois utilisés par différentes organisations ou divers pays francophones pour désigner quasiment la même chose. Cependant, on peut noter quelques légères différences : « durabilité » est souvent utilisé dans le contexte environnemental, « pérennité » dans le contexte technique, et « viabilité » dans un contexte plus global, comprenant également les aspects sociaux et financiers. Nous retiendrons

dans ce rapport le terme de durabilité, car plus communément utilisé dans le secteur par la coopération française, en lui conférant cependant un caractère général.

Par équipements d'eau potable et d'assainissement, il faut entendre les installations qui fournissent de l'eau et un service d'assainissement au niveau domestique, ainsi que l'évacuation d'eau de pluie, de drainage et le traitement des déchets solides. Les équipements d'eau potable et d'assainissement ont une incidence fondamentale dans la lutte contre la pauvreté, pour les femmes, pour l'environnement et la santé publique.

Outre le fait qu'une amélioration de ces services ait une incidence directe et positive sur le bien-être des populations, du point de vue commodité et confort, améliorer l'approvisionnement en eau potable et assainissement (AEPA) réduit le coût des soins de santé curatifs liés au traitement des maladies liées à l'eau, ainsi que le coût de la perte de productivité de la main-d'œuvre résultant de ces maladies. Il est important que ces bénéfices puissent persister dans le temps, or bien souvent ils ne persistent pas car les services ne fonctionnent plus correctement voir du tout. Cette situation jette un discrédit sur les investissements effectués, et de nombreux pays donateurs remettent en cause l'assistance faite aux PVD. Aujourd'hui, en effet, il ne suffit plus d'investir ou de construire, il faut le faire d'une façon durable. Il en va de la crédibilité des politiques de développement tout autant que du bien-être des populations concernées.

Pour de nombreuses femmes dans les pays en voie de développement, le transport de l'eau à pied sur de longues distances, représente un lourd labeur qui nécessite de

surcroît énormément de temps (jusqu'à quinze pour cent de l'ensemble du temps disponible). Un meilleur approvisionnement en eau potable (puits ou borne-fontaine), plus proche de l'habitation réduit considérablement ce temps ; si le raccordement est fait à la parcelle ou dans l'habitation, le temps consacré à aller chercher de l'eau est alors quasiment nul. La participation des femmes aux processus de prise de décision relatifs à la planification, à la conception, à la mise en œuvre, à l'entretien ainsi qu'à l'utilisation et à la gestion financière des systèmes d'AEPA revêt une importance capitale.

Le lien entre la problématique de la qualité de l'eau et celle des déchets est évident et direct. Une grande partie de la pollution organique a pour origine les fèces, porteuses de germes capables de survivre longtemps dans un milieu contaminé et sans oxygène (anaérobie). L'apport de déchets n'y est pas traité convenablement et les dépôts sauvages de déchets solides ou le déversement d'eaux usées y entraînent une contamination de l'eau et du sol. Par conséquent, les eaux de surface et souterraines deviennent impropres à de nombreux usages, y compris l'approvisionnement en eau potable. L'eau potable disponible en quantité insuffisante ou contaminée et le manque d'équipements sanitaires (non hygiéniques ou inadéquats) sont responsables dans une large mesure du taux élevé de morbidité et de mortalité dans les pays en voie de développement.

Nous verrons ainsi que la durabilité est un concept qui englobe des facteurs aussi bien techniques, que financiers, sociaux, institutionnels et environnementaux.

Organisation et méthodologie du rapport

Ce rapport est divisé en quatre chapitres.

Le premier chapitre, «la réalité du terrain », propose d'identifier les problèmes affectant la durabilité, en effectuant une revue des principales technologies en pratique dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable et assainissement (AEPA) des zones rurales des PVD.

Cette revue est le résultat d'une recherche effectuée par l'auteur à l'IRC, Centre International de l'Eau et de l'Assainissement, dont la bibliographie complète se trouve en arrière de ce rapport.

Le deuxième chapitre, «l'avis des experts », propose de rapporter les résultats des analyses faites lors de différents ateliers de travail, évaluations ou missions de formulation dans lesquelles l'auteur a participé, et au cours desquelles les experts ont exprimé leur analyse des contraintes liées à la durabilité des systèmes d'AEPA des zones rurales de l'Afrique de l'Ouest, de l'Afrique du Sud-est, du Mozambique, de l'Equateur, du Mexique, du Vietnam et de l'Inde.

Le troisième chapitre, «l'évolution du concept », propose de répertorier tout d'abord les Conférences internationales majeures qui ont eu un impact dans le secteur de l'AEPA, principalement sur la notion de la durabilité, et de mettre en valeur les principes de base qui en sont nés, et qui servent de guide et d'orientation pour la détermination de la plupart des programmes et projets des AEPA dans les zones rurales des PVD, aujourd'hui.

Le quatrième chapitre, «conclusions», propose de définir la durabilité, spécifiquement dans le secteur des AEPA rurales, ainsi que de proposer quelques axes de réflexion pour l'avenir en supplément à ce qui a été déjà formulé.

1. La réalité du terrain : « Quels sont les problèmes techniques affectant la durabilité ? »¹

1. 1 Généralités

Les pays en voie de développement connaissent une grande variété de systèmes d'approvisionnement en eau potable. Ils ont recours à des puits ouverts, des sources, des mares, des ruisseaux, des rivières et des lacs. Ces systèmes n'offrent aucune protection contre les germes et autres contaminants. Par ailleurs, on trouve les équipements améliorés suivants:

- puits couverts, équipés ou non de pompes à main ou, plus simplement d'une poulie avec une corde et un seau ;
- réseaux publics de distribution d'eau, alimentés en eau souterraine ou en eau de surface épurée par des pompes motorisées, ou par gravité.

Dans les systèmes mentionnés ci-dessus, on distingue les niveaux d'approvisionnement suivants : a) équipements à usage collectif (puits équipé d'une pompe à main ou d'une borne fontaine raccordée à un réseau de distribution) ; b) raccordement à la parcelle (un robinet sur la parcelle) ; c) raccordement domestique.

¹ Extraits d'un document écrit par l'auteur, résultat d'une recherche bibliographique et évaluation terrain, validée par le Groupe de Travail International sur la Maintenance. « Linking technology choice with operation and maintenance, for low cost water supply and sanitation », IRC/OMS, Genève, Suisse (1997) ; certains autres passages sont des références au document de politique générale sectorielle de NEDA (1998), La Haye, Pays Bas.

Dans les zones rurales à faible densité de population, on rencontre surtout le mode d'approvisionnement le moins évolué, parce que les réseaux publics de distribution n'y sont pas rentables. Dans les régions urbaines, on trouve les trois niveaux d'équipement.

Le choix du système d'approvisionnement dépend d'un grand nombre de facteurs. Parmi ceux-ci, les plus importants sont : la disponibilité de l'eau, la densité de population, la capacité locale à gérer les équipements de manière durable, la volonté et la capacité de payer pour les équipements ainsi que les préférences des usagers.

Nous passerons tout d'abord en revue les différentes composantes des systèmes d'approvisionnement en eau potable, les plus communément utilisées dans les PVD, tout en donnant une description brève pour chaque système, ainsi qu'un aperçu des problèmes rencontrés. L'analyse des problèmes rencontrés est vitale pour apprécier la durabilité des systèmes. Les systèmes d'approvisionnement en eau potable comprennent différentes composantes : 1) la source de l'eau ; 2) les moyens d'exhaure de l'eau ; 3) les sources d'énergie ; 4) le traitement de l'eau ; 5) la distribution de l'eau.

1.2 Sources d'eau

Parmi les sources d'eau les plus utilisées dans les zones rurales des PVD, on peut distinguer différentes options possibles :

Eau de pluie

- Captage de l'eau de pluie par le toit
- Petits barrages

Eau souterraine

- Captage de l'eau de source
- Puits creusé
- Puits foré
- Retenue d'eau souterraine

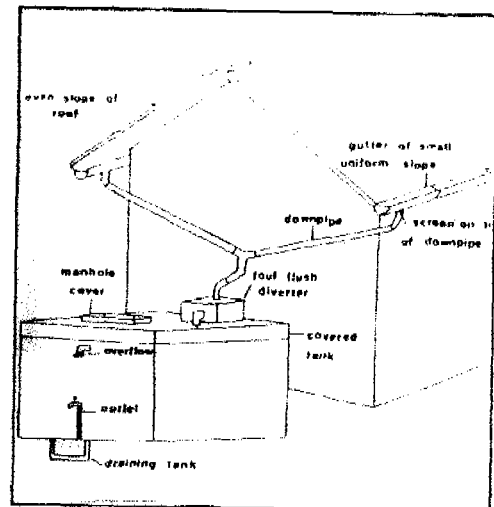
Eau de surface

- Prise d'eau latérale
- Prise d'eau au fond de la rivière
- Prise d'eau flottante

1.2.1 Eau de pluie

• *Captage de l'eau de pluie par le toit*

Ce système de captage se fait par les toitures et utilise des gouttières et de la tuyauterie (en bois, bambou, fer galvanisé ou PVC selon le pays), et conduit l'eau vers un ou plusieurs réservoirs (pouvant varier du tonneau au réservoir en ferrociment). Ce système peut avoir un débit de près de 1 litre par m² horizontal, par mm de pluie. Si le système est bien conçu on y trouve également une valve de vidange/rinçage pour l'élimination des premiers 20 litres d'eau lors des premières pluies de l'année, afin de nettoyer la toiture et la gouttière. L'eau peut être extraite du réservoir à l'aide d'un robinet, d'une pompe ou d'un seau. Ce système est très utilisé dans les zones arides et semi-arides, qui ont des moyennes pluviométriques variant de 250 à 750 mm, et qui reste une alternative au manque d'eau de surface.



Source: CEHA, 1993

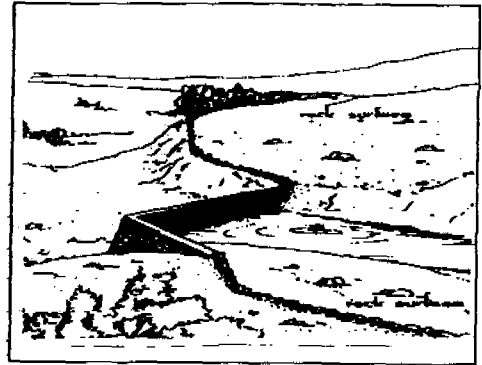
Problèmes rencontrés

Corrosion des toitures métalliques. La vidange n'est pas faite proprement. Robinetterie défectueuse. Problèmes de contamination et de prolifération des insectes, si le réservoir n'est pas maintenu proprement. L'eau ainsi collectée dans

certaines zones ne peut pas suffire aux besoins annuels, ce qui oblige les populations à utiliser des sources d'eau alternatives. L'investissement initial pour la construction d'une toiture adéquate et d'un réservoir peut être trop important pour les populations locales.

- *Petits barrages*

A l'aide d'un petit barrage, l'eau de pluie peut être retenue, puis conduite vers un réservoir. Les paramètres importants pour la conception des barrages sont : la pluviométrie, la géologie et la géographie du site, l'évaporation, l'écoulement du trop plein, et la demande de l'eau.



Source: IRC, 1989

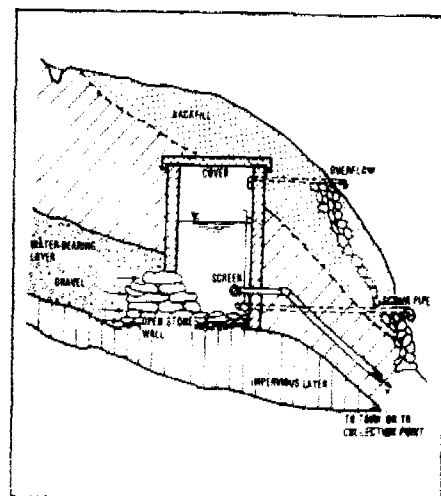
Problèmes rencontrés

Possible contamination de l'eau, due à des activités nuisibles aux alentours du barrage, et de la présence fréquentes d'animaux. De nombreux petits barrages sont mal entretenus, voire mal construits et cassent dès la première grosse pluie. Si la géologie est peu favorable, la construction peut s'avérer très chère.

1.2.2 Eau souterraine

- *Captage de l'eau de source*

Les systèmes de captation de l'eau de source captent l'eau au point où elle jaillit de la surface. Si la rocaille ou des surfaces argileuses bloquent le flux de l'eau, on peut en faciliter le passage. L'écoulement se fait par un tuyau, généralement placé dans un bac de gravier recouvert de sable, et entouré d'une structure protectrice (en béton, ou pierre et ciments). Un tuyau de trop plein recouvert d'un grillage protecteur assure l'évacuation nécessaire à tout moment. Afin de prévenir la contamination possible de l'eau de surface, un fossé conduit l'eau de surface loin du système de captation de la source, et une barrière protège la source des animaux. Ce système se trouve principalement dans les zones montagneuses et de collines.



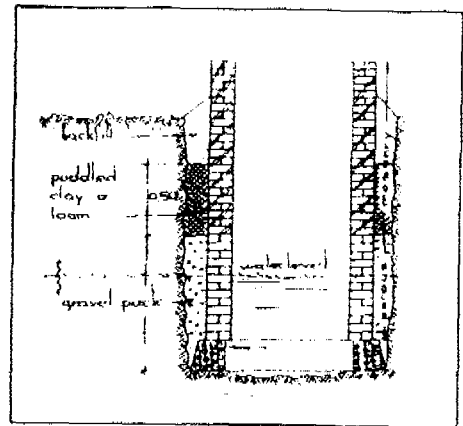
Source: IRC, 1986

Problèmes rencontrés

Erosion et fracture de la structure due à une mauvaise conception ou à des erreurs de construction, ainsi que des dommages créés par des personnes ou des individus, d'où des fuites et surtout un risque de contamination. On rencontre également des problèmes d'obstruction de la tuyauterie. Il arrive que la source ne délivre pas assez d'eau, voir pas du tout à certains moments de l'année, de plus l'eau peut être trouble, voir corrosive.

• Puits creusé

On appelle puits creusé non seulement les puits qui ont été fabriqués par main d'homme, mais également les puits dans lesquelles des hommes peuvent pénétrer pour des réparations et nettoyage. Son diamètre est rarement inférieur à 80cm, et sa profondeur rarement au-delà de 20m. Ces puits peuvent être améliorés ou consolidés par des anneaux en béton ou en briques, avec un petit mur au dessus du sol, protégeant les personnes du trou. Une margelle peut être construite autour du puits.



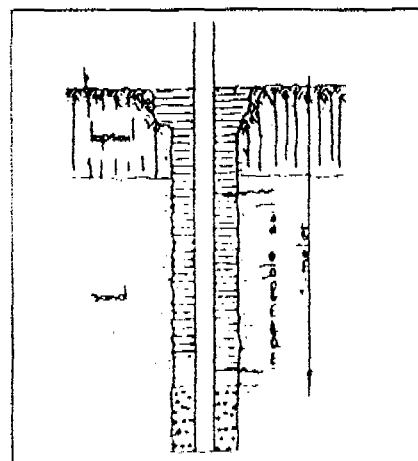
Source: IRC, 1988

Problèmes rencontrés

Le premier danger est l'effondrement du puits, surtout pour ceux qui ne sont pas consolidés. Le puits peut être sec du à des variations saisonnières.

• Puits forés

Les puits forés donnent accès à de l'eau souterraine et facilite son extraction. Leur diamètre varie généralement entre 10 et 25 cm. Le puits peut s'avérer être la partie la plus onéreuse d'un projet AEP équipé d'une pompe à motricité humaine. Le puits comprend normalement trois parties : a) au niveau du sol, une margelle en ciment autour du trou avec une évacuation pour l'eau renversée autour du puits ; b) sous terrain, mais non dans la nappe, une colonne (en PVC ou en fer galvanisé), afin de maintenir et consolider le forage ; c) au niveau de la nappe, la tuyauterie est perforée afin de laisser l'eau pénétrer. Débit possible : de 0.3 à 10 litres par seconde.



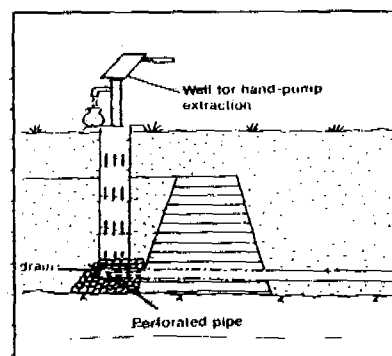
Source: IRC, 1988

Problèmes rencontrés

Ecroulement du puits, du à une mauvaise qualité de la construction ou du sol non stable. Corrosion des tuyaux. Faible rendement des puits, car le puits n'a pas été bien conçu ou variations saisonnières. Contamination par l'extérieur du à une négligence de la maintenance de la margelle. Les puits qui sont construits trop loin des habitations ont plus de chance de se détériorer car moins maintenus. Les puits ne peuvent être creusés proches de latrines, et doivent être en amont des latrines, sinon risque de contamination (distance à respecter environ 30m).

- ***Retenue d'eau souterraine***

Les retenues d'eau souterraine retiennent l'eau souterraines, au niveau d'une rivière souterraine peu profonde, et facilitent son extraction. L'eau peut-être extraite par une pompe à main. Ce système est utilisé dans des zones à climat de mousson et tropicaux où les autres systèmes sont plus difficiles à construire ou lorsque l'eau de surface n'est pas de bonne qualité. On trouve aussi ces systèmes dans des zones arides ou semi-arides, avec des rivières souterraines.



Source: IRC, 1988

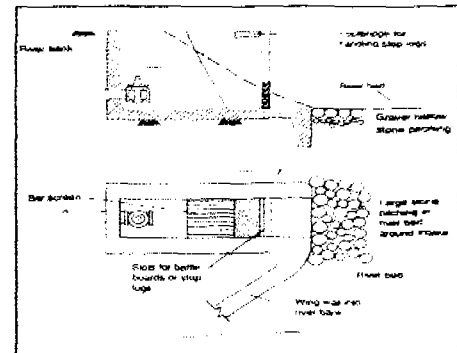
Problèmes rencontrés

La rivière souterraine change parfois de parcours du à la retenue ; possible fracture ou érosion de la retenue. La distance entre le lieu de construction et les zones d'habitation peut être élevée, donc peu d'intérêt des populations, pas de maintenance.

1.2.3 Eau de surface

- **Prise d'eau latérale protégée**

La prise d'eau latérale protégée procure un endroit stable dans le flanc de la rivière où l'eau peut circuler dans un conduit ou être pompée. Elle est construite de telle façon qu'elle supporte les inondations ou les problèmes causés par trop de sédiments. Leur structure est solide et est faite le plus souvent en béton armé.



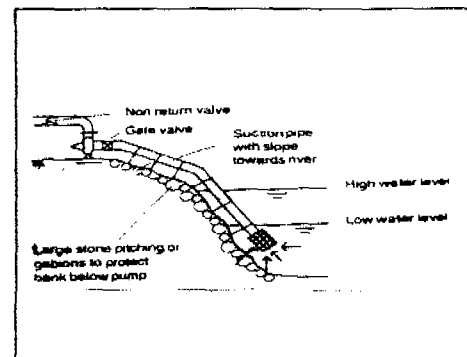
Source: WEDC, 1991

Problèmes rencontrés

Encrassement et obstruction de la prise d'eau, du à débris importants et surtout faute de maintenance. Peut être fragilisé par des courants importants de la rivière.

- **Prise d'eau au fond de la rivière**

La prise d'eau au fond de la rivière ou prise « Tyrolienne » est utilisée normalement dans des petites rivières ou ruisseaux, lorsque la conteneur en sédimentation est faible. L'eau est extraite au travers d'une bouche protégée d'un écran et remonte au travers d'un tuyau qui est fixé sur le flanc de la berge.



Source: WEDC, 1991

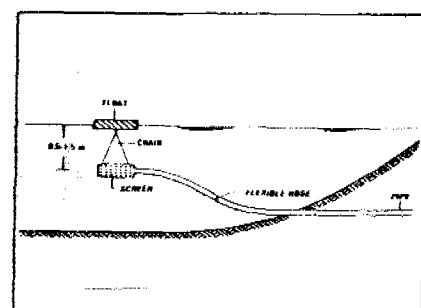
Problèmes rencontrés

Encrassement et obstruction de la prise d'eau, du à débris importants et surtout faute de maintenance. Peut être fragilisé par des courants importants de la rivière.

Lors de la saison sèche, la quantité d'eau peut être insuffisante.

- **Prise d'eau flottante**

La prise d'eau flottante permet l'abstraction d'eau à partir de la surface d'une rivière ou d'un lac, évitant ainsi les particules lourdes et les dépôts de sédimentation importants en profondeur. Une bouche de prise d'eau est maintenue 0 environ 50 cm de la surface par un flotteur, fait d'une cage en bois ou en fer, ou dans certains cas, des bidons ou des containers en plastique.



Source: WEDC, 1991

Problèmes rencontrés

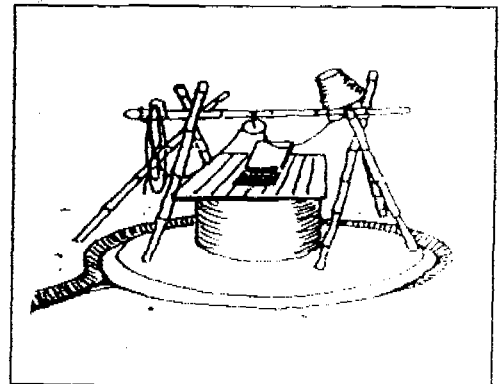
Collision avec des objets flottants. Usure rapide de l'équipement entre le flotteur et la prise au niveau du flanc de la berge.

1.3 Moyens d'exhaure de l'eau

Parmi les moyens d'exhaure de l'eau utilisés dans les zones rurales des PVD, on peut compter les options suivantes :

- Elévation à l'aide d'un seau
 - Pompe à corde ou à godets
 - Pompe aspirante
 - Pompes élévatoires
 - Pompes foulantes
 - Pompe à diaphragme
 - Pompe à flux axial
 - Pompes centrifuges
-
- ***Elévation à l'aide d'un seau, d'une corde et d'une poulie***

Système principalement utilisé avec des puits creusés. Un seau attaché à une corde est descendue vers l'eau. Le seau une fois plein est remonté soit à la main soit au travers d'une poulie. Il existe des systèmes à double seaux (un seau de chaque cote de la corde). Ces systèmes sont adoptés généralement pour des profondeurs allant jusqu'à 15 m. A 10m, la débit est de 0.25 litres par seconde.



Source: IRC, 1988

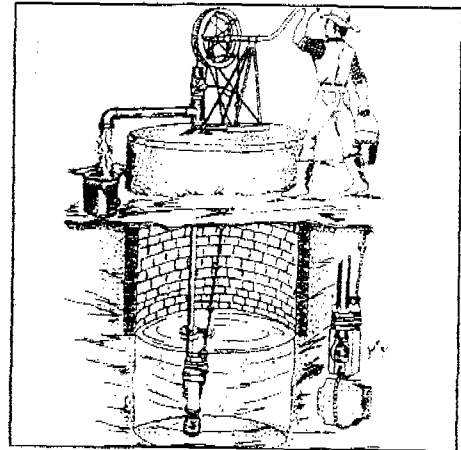
Problèmes rencontrés

Détérioration rapide de la corde. Chute du seau au fond du puits. Hygiène limitée.

Les puits communautaires équipés d'un seau et d'une poulie sont plus rapidement contaminés que les puits appartenant à une seule famille.

- *Pompes à corde ou à godets*

Cette pompe est largement utilisée dans les zones rurales du Nicaragua et connaît petit à petit un succès dans les pays aux alentours. Elle est composée d'une roue autour de laquelle passe une corde, ayant de petits cônes en plastique tous les 50 cm. La corde passe dans sa phase montant dans un tube en PVC, et qui remonte l'eau jusqu'à être refoulée vers le haut du puits. Ce système de maintenance facile et bon marché, peut élever de l'eau à partir de 50m de profondeur. Le débit varie de 0.6 l/s à 10m de profondeur, et 0.15 l/s à 50 m.



Source: Lammerink, 1995

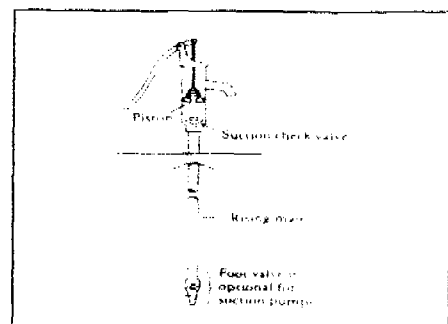
Problèmes rencontrés

Usure rapide de la corde due à une exposition au soleil et une friction excessive.

Successible à la contamination si puits et roue non couverts. La roue peut être fragile, et devra être remplacée à moyen terme. Les godets et pistons en plastique ne sont pas toujours disponibles.

- *Pompes aspirantes*

Pour des puits peu profonds, la pompe aspirante utilise la pression atmosphérique pour pousser l'eau vers le haut du cylindre. Théoriquement, la pression atmosphérique permet l'exhaure de l'eau à une profondeur de 10m, mais la limite pratique est de 7m. Ses pompes sont faciles d'entretien au niveau des communautés. Débit 0.25 à 0.42 l/s à 10m. Marques courantes : AID Suction ; bandung ; Inalsa ; Suction ; Jetmatic ; Lucky ; New N)6 ; Reower ; SYB-100 ; Wasp.



Source: Arlosoroff, 1987

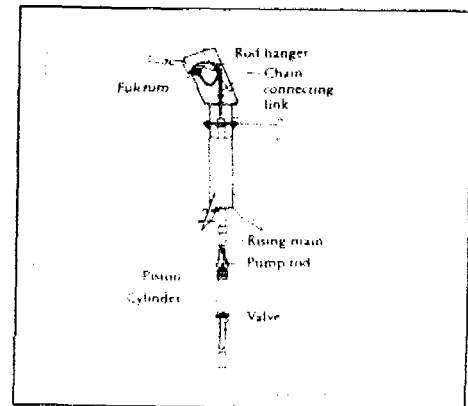
Problèmes rencontrés

Abrasion du joint sur le cylindre de PVC. Usure rapide des pièces et les poignées se cassent.

• *Pompes élévatoires*

Pour des puits profonds, le cylindre et le piston sont établis en dessous du niveau de l'eau dans le puits. La pompe peut remonter l'eau dans des puits de 100m, voire davantage. Débit : 0.18 à 0.28l/s à 45m. Marques courantes :

Afridev/Aquadev ; Bestoff Micro ; Bush Pump ; Blair pump ; India Mark II et III ; Kardia ; tropic (Duba) ; UPM ; Volanta ; etc.



Source: Artosoroff, 1987

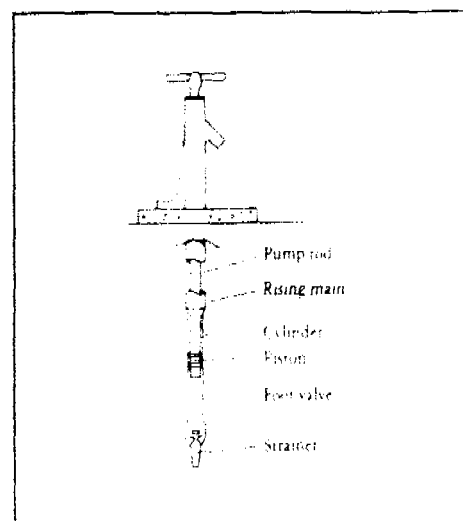
Problèmes rencontrés

Problèmes autour de la qualité de la manufacture des pompes. La tringle se déconnecte souvent ou bien devient tordue. La corrosion peut être forte avec certaines eaux. Le manche et le corps de la pompe tremble, dus à des verrous mal fixés ou usés. La force nécessaire à élever l'eau peut-être importante.

• *Pompes foulantes*

Les pompes foulantes sont conçues pour pomper l'eau d'une ressource disponible et l'élever à une cote supérieure à celle de la pompe ou pour l'injecter dans un dispositif en pression. Elles comprennent habituellement à la partie supérieure du corps de pompe une chambre à air destinée à régulariser le débit refoulé. La pompe foulante à puits profond fonctionne de la même façon. La différence essentielle réside dans le fait que le cylindre de la pompe est placé à l'intérieur du puits.

Profondeur de 0 à 12 m. Débit : 0.25 à 0.42 l/s à 12m. Marques courantes : Blair ; Ethiopia BP 50 ; Malawi Mark V ; Nira AF85 ; Tara ; Warvin.



Problèmes rencontrés

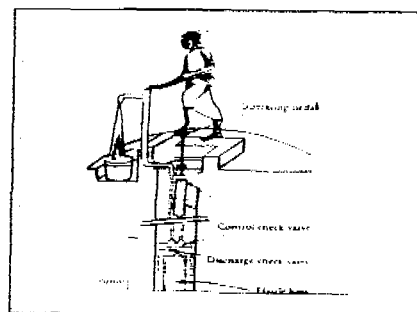
Usure des pièces et abrasion du joint sur le cylindre de PVC. La limite est à 12m, ce qui est peu profond. Il faut de la force dans les bras pour soulever la poignée.

- *Pompes à diaphragme*

La partie essentielle de la pompe est son diaphragme, disque flexible en caoutchouc ou en métal. Des vannes de retour sont placées à l'entrée et à la sortie. La vitesse de pompage est habituellement d'environ de 50 à 70 coups/minute.

Profondeur de 10 à 70 m. Débit : 0.5 l/s à m ; 0.24 l/s à 45m.

Marques connues : Vergnet ; ABI - ASM.



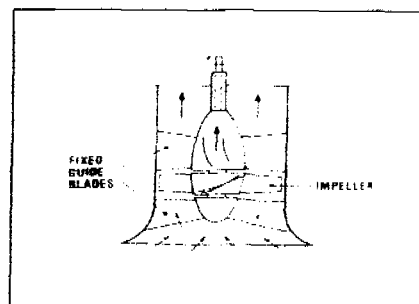
Source:

Problèmes rencontrés

Lorsque les particules solides rentrent dans le tuyau, ceci peut causer un blocage du diaphragme et sa cassure si non nettoyé. Besoin d'un avis technique avisé pour les problèmes liés au diaphragme.

- *Pompes à flux axial*

Dans les pompes à flux axial, des ailettes ou des aubes radiales sont montées sur un impulseur mobile ou sur une roue et tournent dans un carter fixe. La pompe assure la remontée de l'eau par l'effet mécanique qu'induisent les aubes tournantes. Profondeur : 1.5 à 5 m
Débit : 0.4 à 4 l/s. Marques : DPD
Worthington ; Ingersoll Rand



Source: IRC and DGIS, 1982

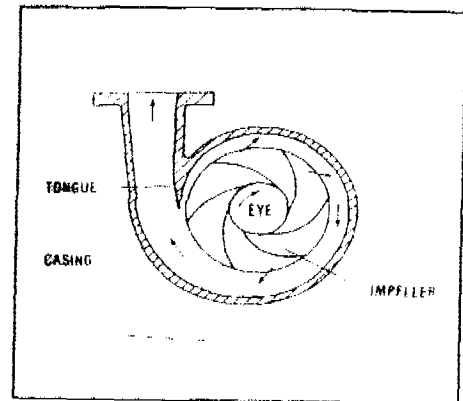
Problèmes rencontrés

Les débris, le sable et autres particules qui entrent dans la pompe causent une abrasion. Quelques conséquences sur les conduites d'eau, dues aux secousses

importantes au démarrage et à l'extinction. Limitation due à cette technologie peu connue de la plupart des mécaniciens.

- **Pompes centrifuges**

Les composants essentiels d'une pompe centrifuge sont la roue (ou l'impulseur) et le diffuseur. L'impulseur est une roue comptant des aubes rayonnantes du centre vers la périphérie. Lorsqu'il tourne à une vitesse suffisante, l'impulseur fournit à l'eau une énergie cinétique qui l'entraîne vers la périphérie du fait des forces centrifuges. L'eau traversant l'œil de l'impulseur crée une aspiration. Profondeur : par étape de 4 à 50 m ; en assemblage jusqu'à 200 m. Marques : Grundfos ; Drysdale ; Sta-rite ; tec..



Source: IRC, 1986

Problèmes rencontrés

Besoin de maintenance fait par des techniciens expérimentés. Prix élevé. Les débris, le sable et autres particules peuvent endommager la pompe rapidement si non nettoyée.

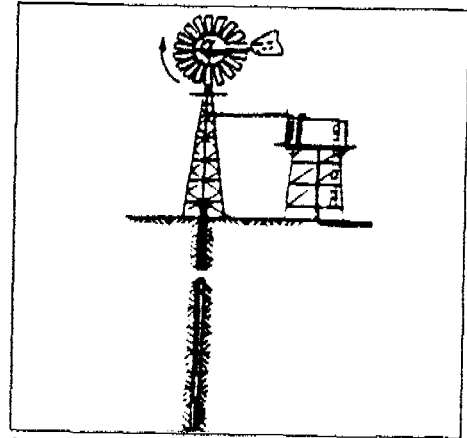
1.4 Sources d'énergie

La motricité humaine et la traction animale sont des sources d'énergie souvent utilisées dans les PVD. L'électrification, lorsque nécessaire et accessible est aussi utilisée, mais dans de nombreux cas, les zones rurales dispersées n'ont pas accès au service public d'électricité. Parmi les sources d'énergie, on peut citer les suivantes :

- Eolienne
- Photovoltaïque
- Moteur diesel

• *Eolienne*

Une éolienne peut produire de l'énergie pour une pompe. Les modèles les plus courants ont un rotor fixé sur un axe horizontal, et monté sur une tour en fer (de 9 à 15 m de hauteur). Le vent force le mouvement des hélices qui transmet ce mouvement à une pompe, soit directement, soit au travers d'une boîte de vitesse. Dans les zones à vent (zones où le vent dépasse 3 m/s), et où le fuel est très cher, les éoliennes ont montré qu'elles étaient une alternative très compétitive au moteur diesel. Marques connues : Aeromotor ; Dempster ; Fiasa ; Kijito ; Southern Cross, etc..



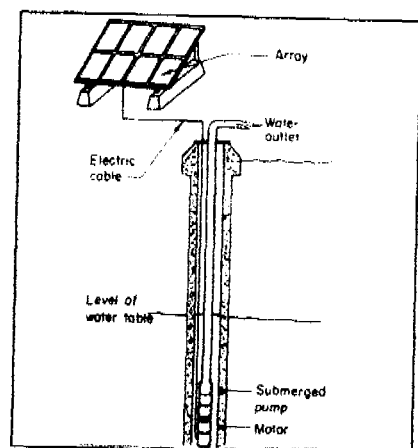
Source: Dahi, 1990

Problèmes rencontrés

Due à la nature irrégulière du vent, il est recommandé de stocker l'eau pour des périodes allant de 3 à 4 jours. L'éolienne a besoin d'une opération spécifique pour les grands vents, ce qui n'est pas toujours fait. Les parties mobiles s'usent rapidement, faute d'une bonne lubrification. Pour des vents < 3m/s, l'éolienne n'est pas rentable, et ne pompera pas dans la plupart des cas pour des vents < 2m/s.

• *Photovoltaïque*

Les cellules photovoltaïques ou solaires convertissent l'énergie de la lumière en électricité, et sont faites de silicium, germanium sélénium, etc. Un certain nombre de cellules connectées les unes aux autres sous un verre protecteur est appelé module. Les modules sont les éléments en vente et qui peuvent être connectés soit en série ou en parallèle. L'électricité produite peut soit aller directement vers une pompe ou être stockée dans des batteries. L'exposition solaire moyenne par jour devrait être de 3 KWh/m², pour que le système soit rentable. Constructeurs : Grundfos ; Heliodynamica ; Mono ; Fluxios ; Hydrasol ; Kyocera, etc ;



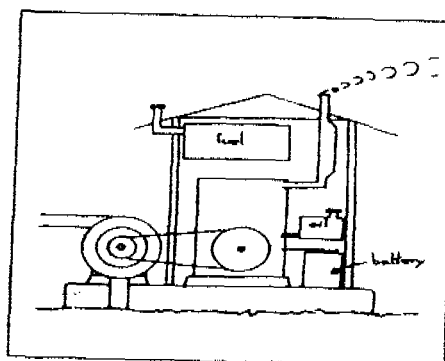
Source: Kenna and Gilet, 1985

Problèmes rencontrés

Les modules solaires ont besoin d'être protégés du vandalisme et surtout du vol, puisque les modules représentent une valeur de revente importante. L'investissement initial est élevé, mais les coûts de maintenance particulièrement faibles. Le Programme FED de l'Afrique de l'Ouest affiche de bons résultats, bien que la dévaluation du F CFA ait causé de graves problèmes.

• *Moteur diesel*

Les moteurs diesel sont utilisés dans les cas où le village ou la communauté n'ont pas accès au service public de l'électricité. Ils ont besoin de maintenance que les moteurs à essence. D'une puissance commençant à 2KW et plus, un moteur peut être en opération en moyenne pour 20 000 heures. Les marques les plus utilisées sont Kubota ; Lister_Petter ; Lambardini, etc..



Source: IRC, 1988

Problèmes rencontrés

Usure rapide due à une maintenance défectueuse, négligence ou mauvaise compréhension. Courroie de transmission cassée. Le prix du Fuel est un facteur limitant ainsi que sa disponibilité proche des zones dispersées. De temps à autre la visite d'un mécanicien spécialiste est indispensable, mais la communauté n'est pas disposée à payer ces coûts supplémentaires.

1.5 Traitement de l'eau

1.5.1 Aspects généraux²

Il est nécessaire, dans certains cas, de traiter l'eau pour qu'elle puisse convenir à la boisson et aux usages domestiques. Toute forme de traitement dans un système

² Références à Alimentation en eau des petites collectivités – Technologies appropriées pour les petites installations en eau dans les pays en voie de développement. Document technique N. 18. IRC (1983), La Haye, Pays Bas.

d'alimentation en eau conduit à une dépense qui peut être relativement élevée et qui nécessitent une attention et une surveillance régulières, l'objectif étant de transformer l'eau brute en eau potable appropriée pour les usages domestiques. Le plus important est l'élimination des organismes pathogènes et des substances toxiques telles que les métaux lourds qui risquent d'être à l'origine de maladies.

D'autres substances devront être éliminées ou du moins considérablement réduites : les matières en suspension, qui provoquent la turbidité, les composants du fer et du manganèse qui donnent un goût amer ou une coloration, l'excès de dioxyde de carbone générateur de corrosions pour les parties métalliques et les bétons.

Efficacité des processus de traitement de l'eau sur l'élimination de diverses impuretés

Traitement considéré	Aération	Coagulation et floculation chimiques	Sédimentation	Filtration rapide	Filtration lente sur sable	Chloration
Oxygène dissous	+	0	0	-	--	+
Élimination du dioxyde de carbone	-	0	0	+	++	+
Réduction de la turbidité	0	+++	+	+++	++++	0
Réduction de la couleur	0	++	+	+	++	0
Élimination des goûts et odeurs	++	+	+	++	++	+
Élimination des bactéries	0	+	++	++	++++	++++
Élimination du fer et du manganèse	++	+	+	++++	++++	0
Élimination matière organique	+	+	++	+++	++++	+++

Légende :

Source : IRC (1983)

+++ = effet très positif ; ++ = effet positif ; + = effet modéré ; 0 = pas d'effet ; - = effet négatif.

Le stockage de l'eau peut être considéré comme un traitement. Le nombre des coliformes et des streptocoques fécaux est considérablement réduit lorsqu'une eau brute séjourne dans un réservoir. Le stockage permet également de réaliser une sédimentation, ce qui réduit la teneur de l'eau en éléments solides décantables, mais peut cependant provoquer l'apparition d'algues.

Une fois la source choisie, et les modifications à lui faire subir définies, on peut décider du traitement à appliquer. Dans les zones rurales des PVD, les considérations les plus importantes pour la conception du type de traitement à appliquer sont :

- un faible coût ;
- un équipement mécanique aussi réduit que possible ;
- l'absence, si possible de recors à des produits chimiques ;
- un fonctionnement et un entretien faibles.

Il convient de faire une remarque importante sur la coagulation et la floculation.

La coagulation et la floculation permettent d'agglomérer les matières à l'état de suspensions fines ou colloïdales pour former des floques. Cela permet leur élimination par sédimentation ou filtration. Les substances à éliminer par coagulation et floculation sont souvent celles qui sont à l'origine de la turbidité et de la coloration de l'eau, or les eaux de surface dans les régions tropicales sont souvent troubles et colorées. Généralement, les traitements d'eau qui impliquent le recours à des produits chimiques (tels que dans la coagulation, le sulfate d'alumine ou des sels de fer) ne conviennent pas pour l'alimentation en eau

potable des petites collectivités rurales. Ils sont même à éviter chaque fois que possible, principalement du à leurs coûts et disponibilité.

Nous considérerons pour le traitement de l'eau, dans ce paragraphe les aspects suivants dans les PVD : 1) Qualité et traitement de l'eau souterraine ; 2) Qualité et traitement de l'eau de surface ; 3) les traitements de l'eau au niveau domestique (ébullition ; petit système de filtration lente sur sable ; désinfection domestique) ; 4) les traitements de l'eau collectifs (aération ; pot de désinfection pour les puits ; sédimentation ; filtration rapide ; filtration lente sur sable ; désinfection du réseau de distribution).

1.5.2 Qualité et traitement de l'eau souterraine

L'eau souterraine provient essentiellement de l'infiltration de l'eau de pluie, qui atteint les nappes aquifères en traversant les couches souterraines. Au cours de son infiltration, l'eau emmagasinera de nombreux éléments tels que des particules minérales ou organiques comme la terre, des débris provenant de la vie des plantes et des animaux, des micro-organismes, des engrais, des pesticides, etc.... Cependant, au cours de son écoulement souterrain, il se produira une importante amélioration de la qualité de l'eau : les particules en suspension sont éliminées par la filtration, les substances organiques par l'oxydation, et les micro-organismes meurent faute de substances nutritives. Les composants minéraux dissous ne sont pas supprimés cependant, et le contenu minéral de l'eau peut augmenter considérablement par lessivage des couches souterraines. Si l'exhaure est correctement réalisée, l'eau souterraine sera libre de toute turbidité et d'organismes pathogènes. Lorsque l'eau provient d'une nappe aquifère contenant

des matières organiques, l'oxygène aura été consommé et la teneur en dioxyde de carbone est probablement très élevée. L'eau sera alors corrosive à moins qu'elle ne contienne du carbonate de calcium sous une forme ou une autre. L'eau ne contenant pas d'oxygène (eau en anaérobiose) dissolva le fer, le manganèse et les métaux lourds, qui peuvent être éliminés par un traitement de type aération.

Problèmes rencontrés

L'eau souterraine est bien trop souvent considérée comme étant systématiquement pure. On peut noter des faiblesses, voir une non-existence générale, du suivi et du contrôle de la qualité de l'eau ainsi que contrôle de la proximité de systèmes de latrines ou d'évacuation de déchets solides. L'eau souterraine n'est donc pas assez protégée des risques de contamination.

La qualité de l'eau souterraine à elle seule, n'est hélas pas suffisante à garantir une eau de qualité à la consommation. En effet, de nombreux projets dans les PVD révèlent des pratiques de transport, de stockage et manipulation de l'eau qui ne sont pas hygiéniques. De nombreux projets doivent donc s'accompagner d'une éducation à l'hygiène, visant non seulement une amélioration des connaissances des populations, mais aussi un changement des comportements.

1.5.3 Qualité et traitement de l'eau de surface

L'eau de surface peut être prélevée dans des rivières, des lacs ou des canaux d'irrigation. Cette eau provient en partie des écoulements souterrains et en partie des eaux de pluie qui se sont écoulées sur le sol. Les écoulements souterrains apporteront des solides dissous ; les écoulements de surface constituent la cause essentielle de la turbidité et de la teneur en matières organiques, ainsi que de la

présence des organismes pathogènes. Les particules minérales se maintiendront sans changement dans les rivières ou les plans d'eau, mais les diverses impuretés y seront dégradées à travers des processus chimiques ou microbiens. La sédimentation qui se produit dans une eau de surface stagnante ou à débit lent entraîne l'élimination des solides en suspension.

Prenant en compte, le risque d'une contamination accidentelle, on doit appliquer une chloration, par mesure de sécurité, lorsque cela est possible. L'eau de surface de faible turbidité peut être purifiée par filtration lente sur sable ; ou par filtration rapide suivie seulement d'une chloration. Lorsque la turbidité est importante, ou lorsqu'il y a des algues, les filtres lents se colmatent ; un pré-traitement est nécessaire, comme la sédimentation, la filtration rapide ou ces deux processus combinés. L'élimination des algues est réalisée par la pré-chloration.

Problèmes rencontrés

Les systèmes de traitement des eaux de surface reste un processus qui nécessite un savoir-faire et un recouvrement des coûts relativement importants de la part des communautés villageoises. Plus le système est complexe, moins il sera durable.

De plus, dans de nombreux PVD, les variations saisonnières de la qualité de l'eau sont importantes, ce qui nécessite une adaptation ou une comptabilité du système de traitement aux variations. La dépendance sur les produits chimiques fragilise les systèmes également, comme vu précédemment. Le manque de contrôle et de suivi des autorités sanitaires de la qualité de l'eau traitée demeure un problème.

1.5.4 Traitement de l'eau au niveau domestique

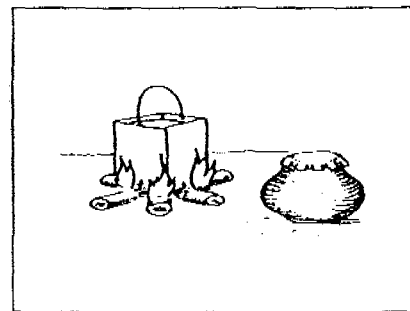
Parmi les options de traitement de l'eau au niveau domestique les plus courantes, on peut compter : 1) l'ébullition ; 2) petits systèmes de filtration lente sur sable ; 3) désinfection domestique.

Il convient de rappeler que l'on trouve également des filtres de céramique, pourtant souvent peu fiables. En effet, les impuretés peuvent passer au travers des craquements microscopiques fréquents.

La radiation solaire reste un moyen partiel de désinfection de l'eau, bien que non encore totalement approuvée par l'OMS. En effet, les études montrent une grande réduction des éléments pathogènes lors de l'exposition au soleil, cependant, le niveau augmente considérablement lors des périodes de non-exposition.

- ***Ebullition***

L'ébullition est un moyen efficace d'éliminer les micro-organismes de l'eau. Il est normalement recommandé de laisser l'eau bouillir 10 mn au niveau de la mer, et plus en altitude. Cependant, afin d'éliminer totalement les substances pathogènes, il faudrait bouillir l'eau pendant 20 mn. La haute turbidité n'affecte pas la désinfection par ébullition, cependant, il vaut mieux laisser l'eau décanter avant de la bouillir.



Source: IRC, 1988

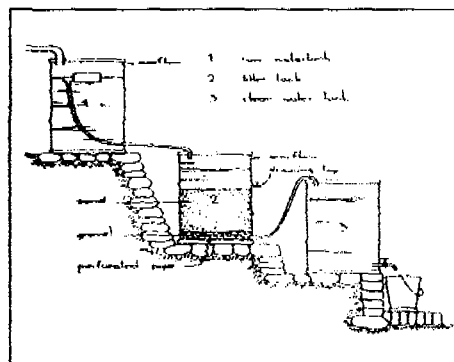
Problèmes rencontrés

Le coût du fuel, du charbon de bois ou du bois ainsi que le temps mis à bouillir l'eau et à la refroidir pour la consommation restent des éléments dissuasifs dans de nombreux cas. De plus, les pots de stockage ne sont pas toujours hygiéniques

ou recouverts, d'où contamination possible. Enfin, dans de nombreux projets, on tend à décourager la déforestation que provoque le recours au feu de bois. Lorsque l'eau est contaminée et contient des germes pathogènes, on peut réduire les risques pour la santé en la faisant bouillir avant de la consommer. Pour les groupes sociaux aux revenus les plus faibles, le coût en énergie que cela représente varie de 11 à 29 pour cent du budget du ménage. En outre, dans de nombreux endroits il y a pénurie de matières combustibles bon marché (souvent du bois, et ce sont à nouveau les femmes qui doivent le collecter). L'approvisionnement en eau potable et assainissement sûr supprime l'obligation de bouillir l'eau potable de consommation et contribue ainsi à des économies d'argent et d'énergie, de même qu'à contribuer à la lutte contre la pollution de l'air.

- ***Petits systèmes de filtration lents sur sable***

Le filtre peut être fait de 3 fûts propres de 200 litres, connectés par des tuyaux souples. Dans le premier fût on y trouvera l'eau brute. Dans le second une couche de 40 à 60 cm de sable ainsi qu'une petite couche de gravier de 5 cm. Le flux se fera à une vitesse approximative de 0.1 m/h. Le troisième fût sert de réservoir d'eau traitée.



Source: IRC, 1988

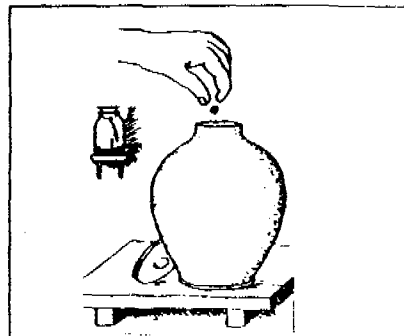
Problèmes rencontrés

La qualité de l'eau diminue si le flux de l'eau devient trop important. Par contre, si le flux est interrompu pendant plusieurs heures ou si la couche supérieure du sable est sèche, ceci peut endommager la partie «vitale», du filtre ; les bactéries nécessaires à l'élimination des micro-organismes disparaissent. Une turbidité excessive (>30 NTU) peut colmater le filtre rapidement ; dans ce cas un pré-filtre est nécessaire. Dans quelques régions, le sable est cher ou non disponible, ce qui

rend l'appareil onéreux. De toute façon, ce système de traitement demande aux familles un certain investissement ainsi qu'une maintenance assidue.

- **Désinfection domestique**

La désinfection domestique peut être appliquée en tant que mesure d'urgence ou faire partie des opérations quotidiennes. Lorsque la qualité de l'eau le demande, une quantité fixe de chlore (Javel, Milton, Regina, Halazone, etc.) est mélangée à une proportion fixe de l'eau. Après 30 mn, une concentration résiduelle de chlore actif variant entre 0.2 et 0.5 mg par litre devrait être présent dans l'eau.



Source: IRC, 1988

Problèmes rencontrés

Si la qualité de l'eau varie dans le temps, il est nécessaire d'ajuster les doses ce qui n'est pas ou rarement fait. Si l'eau n'est pas stockée dans des endroits surs, l'eau peut perdre rapidement de sa pureté. Les tests de résidus ne sont pas faits systématiquement. Enfin, dans de nombreux pays, les populations hésitent à acheter le chlore, sous quelque forme qu'il se présente, qui n'est pas toujours disponible dans les environs les plus proches. La désinfection domestique demande des changements de et une conscientisation importants.

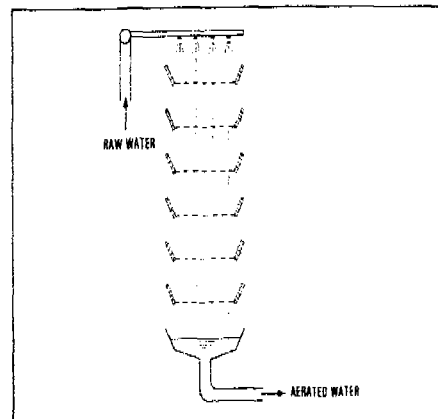
1.5.5 Traitement collectif de l'eau

Parmi les options que l'on trouve dans les zones rurales des PVD, on peut compter :

- l'aération ;
- les pots de désinfection pour puits ;
- la sédimentation ;
- la filtration rapide ;
- la filtration lente sur sable ;
- la désinfection du réseau de distribution.

- **L'aération**

L'aération est le processus de traitement par lequel l'eau est exposée intimement au contact de l'air dans le but d'une part d'augmenter sa teneur en oxygène, d'autre part de réduire sa teneur en dioxyde de carbone, puis d'éliminer l'hydrogène sulfuré. De plus, l'aération est largement utilisée dans le traitement de l'eau souterraine ayant une teneur trop élevée en fer et en manganèse. Ces substances donnent un goût amer à l'eau, colorent le riz lors de la cuisson. L'aération les transformera en hydrates d'oxyde ferrique et manganique insoluble. Ces derniers pouvant être éliminés par sédimentation ou filtration.

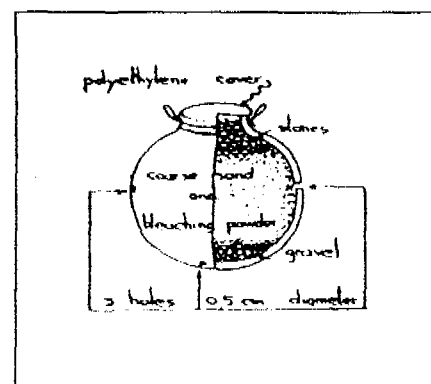


Problèmes rencontrés :

L'aération reste un système encore peu répandu dans les zones rurales. Le CREPA de Ouagadougou essaye de promouvoir son utilisation là où nécessaire, mais cette expérience montre que les communautés ne maintiennent pas correctement le système, et laissent au CREPA le soin de le faire ce qui n'est pas viable à long terme.

- **Les pots de désinfection pour puits**

Il s'agit d'une méthode de désinfection continue de l'eau dans un puits creusé. Un pot de céramique d'une capacité de 7 à 10 litres percé au fond de trous de 6 à 8 mm, est rempli d'un mélange d'une part de chlorure de chaux à deux de sable. Le pot goulot ouvert est descendu dans l'eau du puits. Pour un puits d'où on tire de l'eau à raison de 1000 à 1200L/jour, un pot contenant environ 1.5 kg de chlorure de chaux doit permettre une chloration convenable pendant environ une semaine.



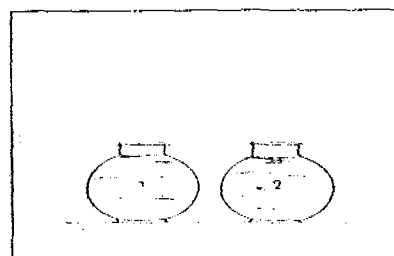
Problèmes rencontrés

Les pots tombent dans les puits, si non sécurisés. La chlorure de chaux perd déjà la moitié de son effet si gardée dans des containers en plastique, en un endroit

frais, sec et obscur. Dans de l'eau alcaline, $\text{Ph} > 8$, la désinfection peut être moins effective. Le pot de désinfection ne montre pas lorsqu'il n'a plus de chlorure de chaux. On a besoin de faire un test régulier de la quantité résiduelle de chaux dans l'eau.

- *La sédimentation*

La qualité de l'eau peut être considérablement améliorée grâce à la sédimentation. Les particules en suspension prennent du temps de se poser au fond d'un récipient ou d'un réservoir, et la radiation solaire éliminera les micro-organismes. Les colloïdes restent cependant en suspension. Les réservoirs ont souvent deux parties. Lorsque l'un est en utilité, l'autre est nettoyé.



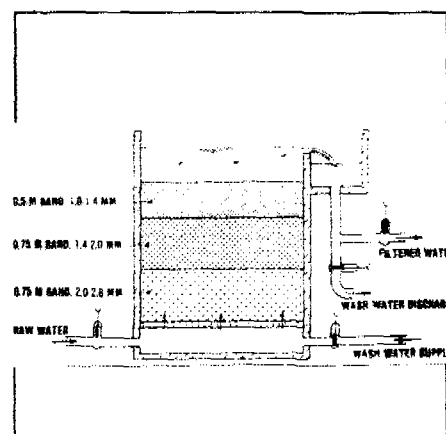
Source: IRC, 1988

Problèmes rencontrés

Craquements au fond des réservoirs. L'eau stagnante peut devenir rapidement lieu de prolifération des insectes. La floculation devient parfois nécessaire.

- *Filtration rapide*

Ces filtres sont souvent utilisés dans la technologie de pré-traitement pour les filtres lents sur sable. Cependant, ils peuvent éliminer une quantité importante de pathogènes, de fer et de manganèse. Il y a de nombreux types de filtres, descendants, ascendants, horizontaux. Les filtres ascendants sont plus faciles à maintenir. Sa performance peut varier, mais peut diminuer une eau de 50 NTU en 12 NTU.



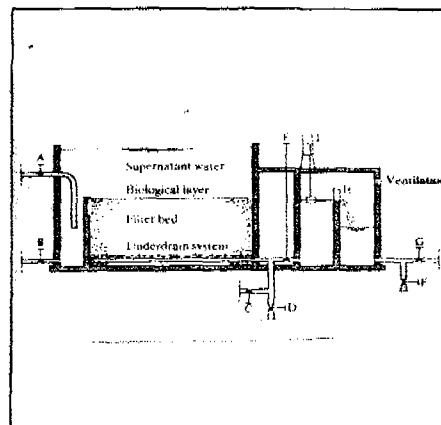
Source: IRC, 1986

Problèmes rencontrés

Possible colmatage. Le traitement est partiel, et doit être complété par d'autres traitements. Le nettoyage des couches n'est pas toujours régulier.

- **Filtration lente sur sable**

La filtration lente sur sable est une combinaison de processus biologiques, chimiques et physiques. Pour un bon fonctionnement on a besoin d'un flux continu de 0.1 à 0.3 m/heure. IL est conseillé d'avoir au moins deux réservoirs pour une opération continue. Avec une maintenance adéquate, la filtration lente sur sable st capable de produire une eau de bonne qualité, grâce a son processus micro-biologique naturel. Une barrière de sécurité consistant en une désinfection goutte à goutte est parfois additionnée.



Source: IRC, 1987

Problèmes rencontrés

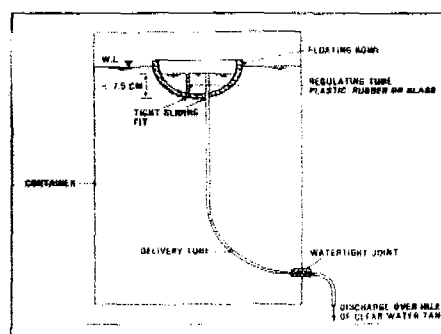
Le colmatage est possible, pour une turbidité > 30 NTU. Lorsque l'eau est de mauvaise qualité, il peut se former du NH₃ dans les couches inférieures du filtre.

Le filtre doit être opérationnel d'une façon continue. Une fois le sable nettoyé, il faut compter quelques jours pour la couche de bactéries se recompose.

que

- **Désinfection du réseau**

La désinfection par javellisation est une méthode chimique qui élimine quasiment tous les pathogènes et qui joue le rôle de barrière contre la ré-infection. Des chlorinateurs goutte à goutte peuvent alimenter le système d'une façon continue au fur et à mesure que s'écoule l'eau. Normalement, un petit réservoir est placé au dessus d'une réservoir d'eau, mais un dispositif flottant peut être opérationnel également.



Source: IRC, 1986

Problèmes rencontrés

Problèmes liés au suivi et au contrôle de la qualité de l'eau, et du bon fonctionnement du chlorinateur.

1.6 La distribution de l'eau

Après avoir rappeler quelques généralités sur les conduites et les problèmes rencontrés, nous passerons en revue les différents composants utilisées dans les PVD pour la distribution de l'eau :

- Réservoir semi – enfoui en terre
- Réservoir en béton armé
- Réservoir surélevé
- Réservoir en féro-ciment
- Bornes-fontaines
- Connexions domestiques
- Compteur d'eau à petit flux

1.6.1 Aspects généraux

Le système de distribution permet de transporter l'eau prélevée sur la source et traitée si nécessaire, jusqu'au point où elle est mise à la disposition des consommateurs.

Le dispositif peut représenter un investissement substantiel, qu'il convient d'optimiser, et il devra être conçue d'une façon simple. La distribution de l'eau devra satisfaire les demandes d'eau les plus élevées pendant la journée, et il est nécessaire de maintenir une pression suffisante dans le réseau de distribution pour le préserver de toute contamination et satisfaire les consommateurs, avec une pression minimale, dans les petites collectivités, de 6m. d'eau.

On a utilisé pendant longtemps des bornes fontaines publiques pour la distribution de l'eau ; pour des raisons de coût et de faisabilité technique, on y aura recours pendant encore longtemps dans de nombreux pays. Chaque borne fontaine devrait être installée à un emplacement convenable permettant de limiter la distance qu'auront à parcourir les usagers pour s'approvisionner, ne dépassant pas si possible 200 m. Les bornes fontaines peuvent fonctionner à faible pression.

Les canalisations représentent fréquemment un investissement considérable ; le choix du type de canalisation est donc très important. Les tuyaux sont disponibles en différents matériaux, tailles et classes pour la résistance aux pressions. Les matériaux les plus habituels sont la fonte, la fonte ductile, l'acier, le Fibrociment, le chlorure de polyvinyle (PVC) et le polyéthylène (PE) à forte densité, auquel on peut rajouter le bambou utilisé dans certaines canalisations de faible pression.

Comparaison de matériaux utilisés pour les conduites

Matériaux	PVC et polyéthyl	Fibro-ciment	Fonte non revêtue	Fonte ductile revêtue de ciment	Acier non revêtu	Acier revêtu de ciment
Prix de la conduite	••	••	-	-	-	-
Disponibilité en gros diamètre	-	•	••	••	••	••
Résistance mécanique	•	••	•••	•••	•••	•••
Résistance à la fissuration	••	•	•••	•••	•••	•••
Résistance à la corrosion	•••	•	•	••	-	-

Légende

Source : IRC, 1983

- : peu adapté ; ● : adapté ; ●● : bien adapté ; ●●● : très adapté.

Le choix d'un type de canalisation dans une situation donnée dépend de sa disponibilité sur le marché, de son prix, des diamètres et de classes de pression disponibles, des risques de dommages du fait des corrosions ou accidents mécaniques. Pour des raisons de prix des conduites et de faible pression dans les petites collectivités des PVD, le PVC et le PE sont les matériaux les plus utilisés dans les canalisations souterraines. Ils offrent en outre une forte résistance à la corrosion, ce qui n'est pas négligeable considérant les problèmes de maintenance ainsi que d'eau corrosive.

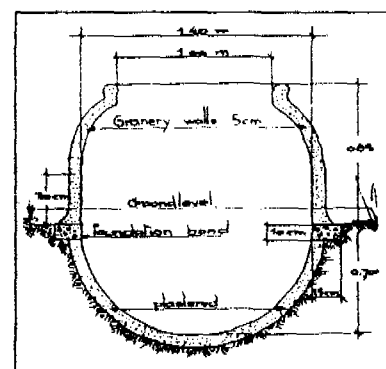
Problèmes rencontrés

D'une façon générale, on peut dire que la maintenance du réseau de distribution est particulièrement faible, surtout pour les éléments souterrains. Les fuites sont importantes et les problèmes de pression graves, ce qui incite souvent les populations à ne pas payer pour l'eau et même à retourner à leur ancien système d'approvisionnement en eau potable. A ceci vient s'ajouter le perçage clandestin des canalisations, qui est un problème général dans les PVD, surtout dans les agglomérations rurales à densité plus importante.

1.6.2 Réservoirs

- *Réservoir semi - enfoui en terre*

Ces réservoirs peuvent être construits dans des dépressions naturelles ou bien dans un espace creusé. L'intérieur du réservoir est étanchéifié par une couche de béton. La connexion entre la partie supérieure et inférieure est étanchéifiée par un joint en bitume.



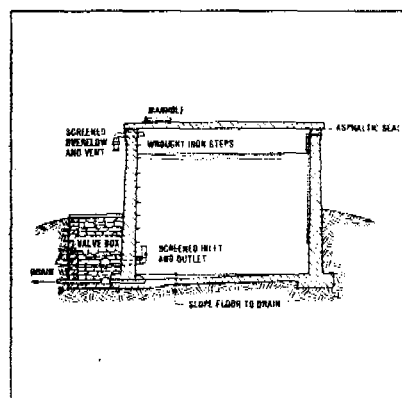
Source: IRC, 1986

Problèmes rencontrés

Craquements dans la structure. Dans les régions avec des pénuries prolongées d'eau, la taille requise pour ces réservoirs sont au-delà des capacités financières des communautés villageoises. dans certaines régions, la structure est faire en argile, ce qui fragilise le réservoir.

- **Réservoir en béton armé**

Réservoir fait en béton réenforcé par une armature de ber et dans lequel parfois on mélange un additif pour consolider l'étanchéité. Ils sont construits sur un site ferme. Afin de prévenir de la contamination, ils sont recouverts d'un toit. Une solution préparée avec de l'eau de Javel est parfois introduite.



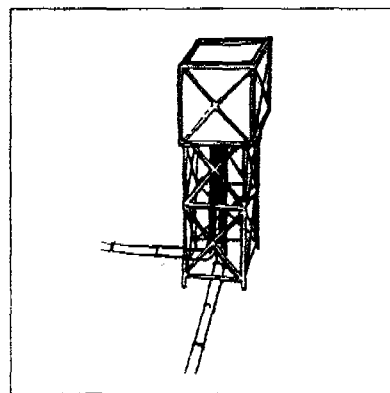
Source: IRC, 1986

Problèmes rencontrés

Craquements et fuites dus à une mauvaise fondation, conception ou construction. Corrosion due à une haute conteneur en dioxyde de carbone dans l'eau. Contamination du à une mauvaise toiture. Dans quelques pays on utilise le bambou pour renforcer le béton.

- **Réservoir surélevé**

Réservoir en fer surélevé sur une structure métallique, qui permet de procurer une pression suffisante pour atteindre tout le réseau. Le réservoir peut être cylindrique ou rectangulaire. >Il est connecté par une arrivée et une sortie, et l'arrivée d'eau peut se faire soit par gravité ou grâce à une pompe. Un système amélioré est souvent utilisé en Afrique de l'Ouest que l'on appelle le poste d'eau autonome, qui regroupe, la pompe, les bornes fontaines et le château d'eau en un seul point.



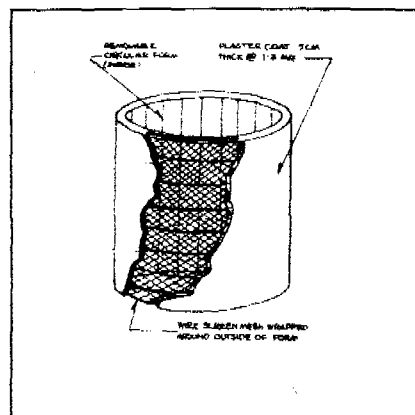
Source: IRC, 1986

Problèmes rencontrés

Malgré les traitements anti corrosifs, les réservoirs en fer sont généralement plus sensibles à la corrosion que les réservoirs en béton. On trouve souvent des fuites provoquée par la corrosion. Ces réservoirs ont relativement besoin de plus de maintenance que les autres.

- **Réservoir en féro-ciment**

Ces réservoirs sont faits d'une structure grillagée en fer recouverts par le dedans et le dehors de ciment. Les murs peuvent être de 2.5 cm. Ces réservoirs sont souvent utilisés au niveau domestique, et sont relativement peu chers. Afin d'éviter que la structure se torde, la plupart de ces réservoirs sont cylindriques. Ces réservoirs sont flexibles et légers. Il est recommandé de protéger le réservoir par une barrière afin d'éviter les chocs extérieurs en particulier du bétail.



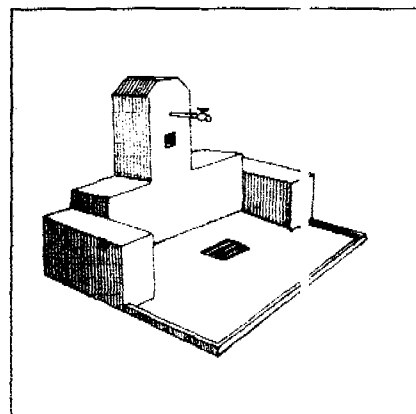
Source: Jordan, 1984

Problèmes rencontrés

Souvent les populations ont du mal à accepter que ces réservoirs à murs fins puissent être suffisants. De plus, ces réservoirs ont besoin de plus de protection et de soin que les autres.

1.6.6 Bornes fontaines

Une borne fontaine peut être équipée d'un ou de plusieurs robinets. Du au fait qu'elle utilisée par un grand nombre de personnes, sa conception et sa construction doit être particulièrement robuste. Certaines bornes sont équipées d'un mètre. Il est préférable que la borne fontaine soit équipée d'une margelle et d'un écoulement sure de l'eau afin d'éviter les eaux stagnantes et la boue. Certaines bornes sont protégées par une barrière afin de les protéger du bétail. La pression est d'environ de 10 à 20 m. Une borne fontaine dessert environ 200 à 300 personnes.



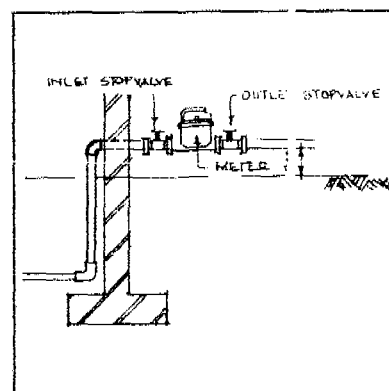
Source: Jordan, 1984

Problèmes rencontrés

Une maintenance insuffisante et conflit sur l'utilisation de la borne fontaine (du par exemple à un mauvais emplacement ou à des problèmes sociaux). Mauvaise évacuation de l'eau restante. Les robinets fuient soit parce qu'ils ne sont plus appropriés soit par ce qu'ils sont mal fermés. Problèmes de pression, surtout si la borne fontaine se trouve en fin de réseau.

1.6.7 Connexion domestique

Lorsqu'il y a assez d'eau et que les ressources financières le permettent, il est possible de connecter les habitations soit avec un robinet de jardin, soit avec un robinet à la maison. Ceci est plus confortable pour les consommateurs, et permet d'augmenter la consommation ainsi que les conditions hygiéniques. Une conduite généralement en PVC est amenée vers l'habitation, avec ou sans un compteur, dépendant de la politique acceptée localement. La pression est d'environ de 10 à 30 m. On trouve dans de nombreuses habitations, l'utilisation juxtaposée de la connexion et d'un puits extérieur.



Source: Jordan, 1984

Problèmes rencontrés

Fuites non contrôlées. Distribution non égalitaire entre les différentes habitations. Coûts de connexions élevés. De plus, il y a encore de fortes tensions entre les partisans de la pose systématique d'un compteur et les partisans contre, dont les points essentiels se résument dans le tableau suivant :

Pour la pose de compteurs	Contre la pose de compteurs
<ul style="list-style-type: none"> • Revenu régulier pour l'exploitant • Réduction du gaspillage • Seulement un paramètre : prix/m³ • Contrôle technique du système plus aisé • Comptabilité plus facile 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts d'installation élevés • Compteurs ont besoin de maintenance • Vandalisme • Délais longs pour les paiements • Lourde administration pour les procédures de facturation et d'enregistrement • Besoin de personnel qualifié pour la lecture des compteurs

De plus, il convient de remarquer que l'évacuation des eaux usées pose un problème majeur dans la plupart des pays visités par l'auteur. dans de nombreux cas, l'évacuation se fait sans écoulement ou canalisation amenant l'eau usée loin de l'habitation. Parfois, l'eau usée sert à irriguer un petit jardin. De toute manière, la collecte des eaux usées d'un point de vue collectif, est très primitif voir inexistant, ce qui pose un problèmes majeurs de salubrité dans la très grande majorité des zones rurales à population à haute densité.

1.7 Le cas de l'assainissement

1.7.1 Remarques générales

L'assainissement comprend les aspects suivants : a) les systèmes d'élimination des excréments humains ; b) les systèmes d'évacuation des eaux usées ; c) les systèmes d'évacuation des déchets solides ; d) les systèmes d'écoulement des eaux de surface et des eaux de pluie. Dans les zones rurales des PVD, le dernier est rarement considéré, alors que le premier l'est davantage, sans que pour autant qu'il soit suffisamment traité. La gestion des déchets solides et des eaux usées (grises) est toujours préoccupante.

Les eaux grises, qui représentent l'eau usée provenant de la cuisine, de la lessive et des salles de bains, sont souvent ~~eaux~~ à risque dans les zones à haute densité humaine, et dans les zones comportant un risque d'inondation. Elles peuvent devenir rapidement une cause de contamination, de mauvaises odeurs et de présences de rats. De plus, ces eaux peuvent devenir un risque pour l'eau potable

à travers son infiltration dans les conduites poreuses ou fissurées, ou tout simplement à travers le sol vers les nappes phréatiques. Force est de constater cependant que l'évacuation des eaux usées est un point encore totalement négligé dans les zones rurales des PVD.

Les habitants des PVD produisent des déchets différents des habitants des pays industrialisés, et la même différence s'applique entre les zones rurales et urbaines. Les déchets organiques représentent environ 30% des déchets dans les pays industrialisés alors qu'ils représentent plus de 75% dans les PVD, ce qui offre la possibilité de compost. Une mauvaise gestion des déchets solides représente un risque pour la santé publique, et est souvent la cause de blocage de systèmes d'évacuations, ou de dépôts inconsolés, qui deviennent rapidement des sources de contamination, voir de pollution. Force est de constater une fois de plus, que la gestion des déchets solides est déficitaire, et représente un risque en particulier dans les zones à haute densité de population. De simples solutions locales/communautaires, comprenant une plus grande responsabilisation des populations, et des changements de comportements, ainsi que la création de groupes communautaires sont les efforts vers lesquels les agences de développement penchent actuellement pour résoudre le problème de la gestion d'ordures ménagères.

Nous verrons dans les sections suivantes les systèmes les plus utilisés en terme d'assainissement (dépôt des excréments humains, et évacuation des eaux usées) dans les zones rurales des PVD, parmi lesquels :

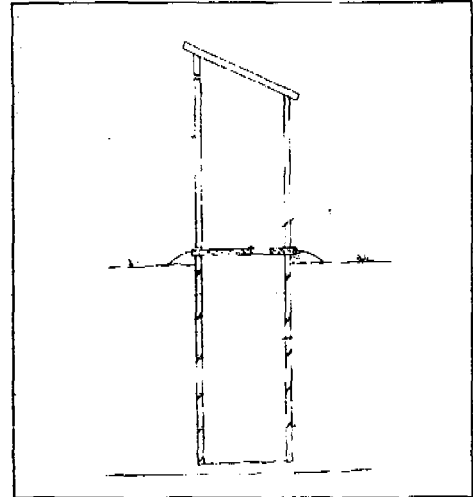
- Les systèmes secs ;
- Les systèmes humides ;

- Les techniques de vidange ;
- L'évacuation des eaux usées.

1.7.2 Systèmes secs

- *Latrines traditionnelles améliorées*

Ces latrines comprennent une seule fosse recouverte par un plancher et une structure supérieure au dessus du sol. Les améliorations de base comprennent : a) un plancher pouvant évacuer les liquides, et fait d'un matériel solide, avec un trou recouvert d'un couvercle pour réduire les odeurs et les insectes ; b) le plancher est rehaussé à au moins 0.15 m au dessus du sol pour prévenir des inondations ; c) la paroi de la fosse est renforcée. La fosse a un diamètre max de 1.2 m. La profondeur dépend de la nature du sol, mais varie entre 3 et 4 m. La fosse devrait être entre 20 et 30 m de tout point d'eau.



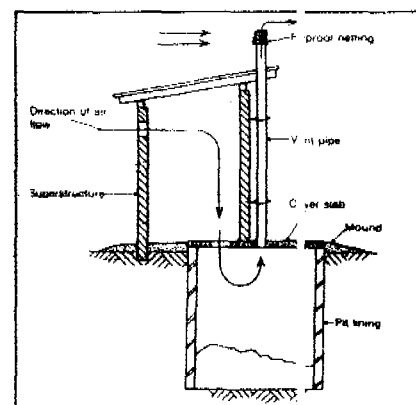
Source: Franceys R. et al (1992)

Problèmes rencontrés

Le plancher de mauvaise qualité, met en danger la sécurité des usagers et la salubrité de l'endroit. Latrines inondées, du à mauvais placement. La superstructure est rarement bien construite, la porte se dérobant. Les latrines ne sont pas bien maintenues et deviennent rapidement des foyers de contamination et des endroits que les usagers ne veulent plus utiliser.

- *Latrines à fosse ventilée*

Ces latrines sentent moins et attirent moins les insectes. Elles consistent d'une fosse recouverte d'un plancher, mais la superstructure est légèrement décalée laissant place pour un accès direct à la fosse (pour la vidange), et a un tuyau en PVC permettant la ventilation. Le haut du tuyau est grillagé évitant le passage des insectes. On trouve aussi ces latrines avec deux fosses. Lorsqu'une des fosses est pleine (0.5 m du sol), on le ferme, et on utilise l'autre



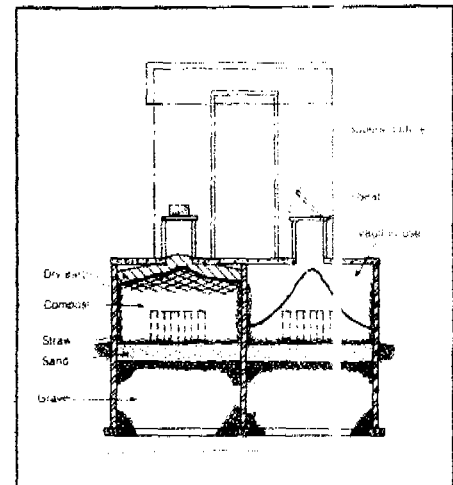
Source: Franceys R. et al (1992)

Problèmes rencontrés

Mauvaise qualité de la construction, en particulier du plancher. Le grillage se défait au-dessus du tuyau et laisse passer les insectes. Le trou doit être laissé ouvert pour laisser la ventilation., ce qui peut créer un passage d'insectes et d'odeurs. Le passage d'une fosse à l'autre peut être difficile, car ceci nécessitera une nouvelle jointure en ciment et un nouveau tuyau d'aération. Mis à part quelques pays, comme la Chine et le Vietnam où les résidus des excréments humains sont répandus dans les champs comme des engrais, les populations villageoises ne connaissent pas bien la manipulation des résidus.

- ***Latrines à double fosse et à composte***

Ces latrines sont conçues pour produire un humus sec et sûr à base de l'excrément humain dans un laps de temps réduit. Elles sont composées de deux fosses qui sont utilisées alternativement pour la défécation. Une fois pleine, la fosse est fermée et le contenu se décompose. La période minimale de décomposition est d'au moins deux mois. Lorsque la seconde fosse est pleine, la première est vidée. On ajoute de la cendre, de la paille, de la sciure ou de l'herbe afin de préserver l'humidité et améliorer le ratio C/N. La fosse doit avoir un volume compris entre 0.3 et 2.2 m³. Si la région est sujette à inondations, les fosses sont construites au dessus du sol (latrines de type Vietnamiennes).



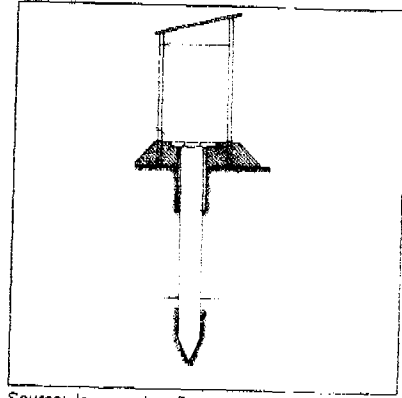
Source: Franceys R. et al (1992)

Problèmes rencontrés

Des fuites entre les deux fosses peuvent causer une contamination de l'humus. L'humus peut être insalubre, car on ne lui a pas laissé assez de temps de décomposition. Ce système n'est pas encouragé dans les endroits où les consommateurs ne veulent pas utiliser l'humus comme engrais.

- *Latrines forées*

Ces latrines sont surtout utilisées dans les situations d'urgence. Ces latrines sont similaires à des latrines à fosse conventionnelles, mises à part que la fosse a été forée. Son diamètre peut être de 40cm et d'une profondeur de 4 à 10m. Ce système permet l'utilisation de planchers à meilleur marché.



Source: Jeeyaseelan, S. (1987)

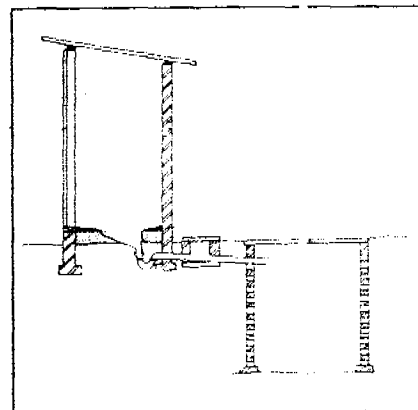
Problèmes rencontrés

Le petit diamètre peut représenter des problèmes de blocage, et la profondeur augmente le risque de possible contamination des eaux souterraines. Même si le forage ne se bouche pas, il y a des possibilités que la terre se craquelle vers le haut, laissant la place à des foyers de prolifération pour les insectes.

1.7.3 Systèmes humides

- *Latrines à chasse*

Ces latrines peuvent résoudre le problème des mouches et autres insectes ainsi que des odeurs, par l'installation d'un couvercle au dessus de l'orifice, qui est conçu avec un conduit en eau qui reste plein d'eau dans sa partie incurvée. Les déchets sont éliminés avec de l'eau vers une fosse. Une double fosse est possible. Dans ce cas, la vidange se fait après une période d'au moins 12 à 18 mois, avant d'être utilisée comme engrais. Le besoin d'eau par chasse varie de 2 à 5 litres.



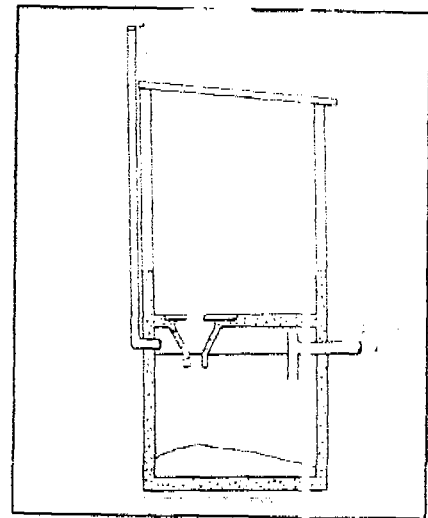
Source: IRC, 1992

Problèmes rencontrés

Obstruction fréquente du U de la conduite. Mauvaise conception de la fosse, qui contamine rapidement les zones souterraines environnantes dues à la nature liquide du magma. On peut rajouter un tuyau de ventilation au-dessus de la fosse pour réduire les odeurs. Le manque d'eau pour la chasse peut empêcher une bonne utilisation du système. Dans certains pays, ces latrines sont plus vues comme un objet de statut social, plutôt que pour une utilisation régulière et quotidienne.

- *Fosse septique*

Les fosses septiques sont des fosses remplies d'eau, et les déchets y sont déposés grâce à une chasse d'eau. Si la fosse est immédiatement au dessous du trou, les déchets tombent directement dans le liquide, prévenant ainsi les odeurs et les insectes. On y dépose souvent aussi les eaux « grises » domestiques dans certains pays. Les déchets se déposent soit vers le fonds pour former une boue, soit certains restent en suspension. Les déchets sont décomposés par des bactéries (anaérobie), qui réduisent considérablement le volume des boues. Cependant le liquide reste à traiter avec précaution ; ceci peut être évacué au travers de conduites vers une butte d'évaporation, ou un terrain d'absorption. Toutes les fosses doivent avoir un conduit de ventilation.



Source: Wegelin-Schuringa M. (1981).

Problèmes rencontrés

De nombreux problèmes liés à la manipulation de la vidange, et à la contamination des zones souterraines autour de la fosse septique. La fermeture hermétique avec le niveau de l'eau peut être interrompue ce qui cause des problèmes d'odeur et de d'insectes. Haute concentration de solides en suspension, si la chasse ne se fait pas régulièrement.

1.7.3 Techniques de vidange

Les fosses dans lesquelles on ne laisse pas déposer le contenu pur une année, peuvent contenir des pathogènes nuisibles et devraient être vidés mécaniquement.

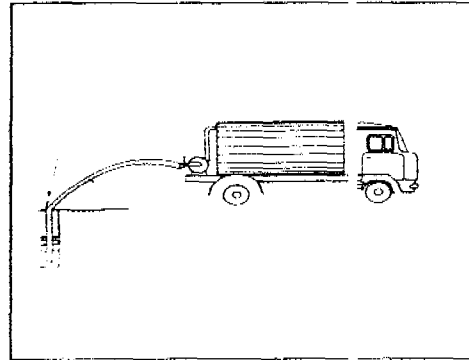
En fait, ils sont souvent vidés manuellement surtout dans les zones où les habitants ne peuvent pas payés pour d'autres moyens de vidange. , ou tout simplement lorsque ces autres moyens ne sont pas disponibles. Les raisons avancées pour éviter la vidange manuelle sont les suivantes :

- Les liquides et solides retirés sont souvent déversés dans des endroits non contrôlés par les autorités sanitaires ou municipales ;
- Les vidangeurs manuels sont en plein contact avec la boue, ce qui présente un risque sanitaire, sans compter le risque de chute dans la fosse ;
- La pratique traditionnelle de vidange implique souvent de détruire la dalle de couverture et parfois des éléments de la structure ;
- La vidange manuelle peut prendre plusieurs jours au cours desquelles la fosse est ouverte (odeurs, insectes, chute,...) ;
- Dans beaucoup de cultures, le maniement direct des excréta est rejeté, ce qui confère à cette tâche un statut avilissant ;
- La vidange manuelle peu être chère.

Il est ainsi nécessaire d'introduire des techniques de vidange qui sont simples et bon marché, et surtout sans risque sanitaire. Ceci est l'objet des deux prochaines présentations.

- *Vidange motorisée*

La vidange motorisée se fait grâce à un véhicule équipé d'une pompe et d'un réservoir. Ils ont une capacité de 4 à 6 m³, mais on peut trouver de plus petits également, qui peuvent passer dans des passages étroits.



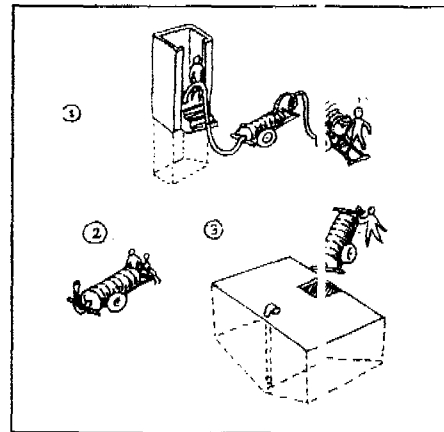
Source: Boesch A. and Schertenleib F. (1985).

Problèmes rencontrés

Problèmes liés à la maintenance du véhicule. Mais surtout, les interventions de vidange motorisées sont chères et très peu accessibles dans les zones dispersées. Certaines pompes ne peuvent pas aspirer des boues trop lourdes ou sèches. Les vidanges pendant la saison d pluies peut être difficile pour les véhicule.

- *Vidange mécanisée sans moteur*

On appelle cette technologie aussi MAPET (Manual Latrine Pit Emptying Technology), qui en fait un dispositif mécanique à motricité humaine. Ces éléments principaux sont une pompe et un réservoir de 200 litres, portés sur des charrettes et connectées par des tuyaux. Cette technique est utilisée souvent par le secteur informel et est donc créatrice de petits emplois.



Source:

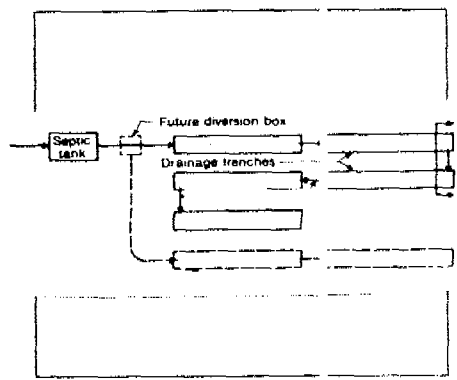
Problèmes rencontrés

Les problèmes sont souvent liés à l'état défectueux de la pompe ou de la charrette. On ne peut pas transporter les boues sur de longues distances avec ce système ; le dépôt doit être assez proche. Ce système n'est pas convenable si la fosse est profonde.

1.7.5 Evacuation des eaux usées

- *Terrains d'absorption*

Les terrains d'absorption consistent en des tranchées souterraines de gravier, dans lesquelles les liquides affluents passent d'abord par un intercepteur de solides. Le liquide s'infiltré ainsi dans le sol. Les tranchées ont une largeur de 0.3 à 0.5m et une profondeur de 0.6 à 1 m, de longueur de 15 à 30m., posé avec un gradient de 0.2 à 0.3% et contenant des graviers de 20 à 50 mm de diamètre. Les tranchées opèrent en série en non en parallèle.

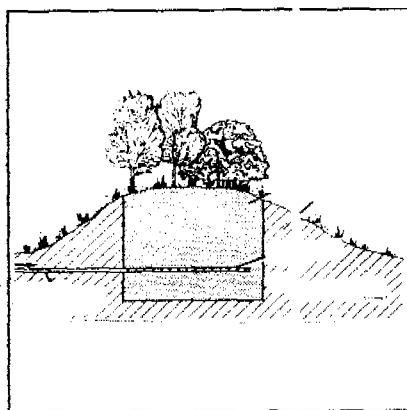


Problèmes rencontrés

Tranchées qui débordent donnant des odeurs nauséabondes ; contamination souterraine et conflits sociaux, sur la sélection du site d'épuration, ceci souvent est le résultat d'une mauvaise conception et maintenance défectueuse.

- *Butte d'évapotranspiration*

Une butte d'évapotranspiration est utilisée pour laisser les liquides affluents transpirer au travers des plantes qui poussent sur une butte et transpirer du sol. Le dessous est normalement consolidé avec un matériau étanche pour éviter la contamination des nappes. Le tube en PVC est perforé et entouré de gravier et de pierres puis de sable. Taux d'évapotranspiration 5 à 15 l/m²/jour, environ.



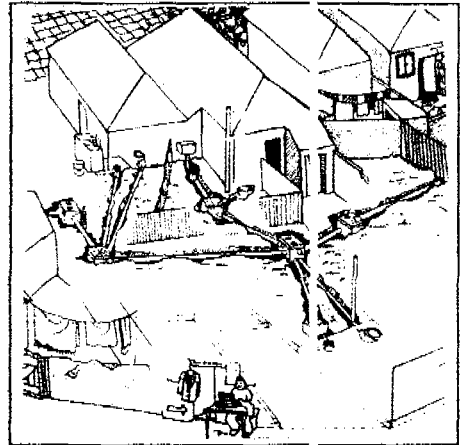
Source: Cairncross, S. and Feachei, R.G., 1983

Problèmes rencontrés

Le système peut arriver à saturation si mal conçu, en particulier au niveau de la pente du conduit, et un volume trop important de liquides affluents. De nombreux systèmes ne peuvent pas épurer tous les liquides et il se peut qu'une partie ait besoin d'une percolation.

- *Petits systèmes d'égouts*

Ces systèmes consistent en un réseau d'égout de petit diamètre (50 à 100 mm) peu profond, connecté aux habitations. Les composants solides sont retenus dans des réservoirs intercepteurs, qui sont vidés régulièrement. Ces systèmes sont meilleur marché que les systèmes conventionnels. Les liquides affluents sont rejetés vers des tranchées d'infiltration ou des buttes, dans le meilleur des cas



Sources: Reed B. and Vines M. (1981)
and UNCHS/HABITAT (1985)

Problèmes rencontrés

Dans la pratique, malheureusement, les liquides affluents sont acheminés par le réseau sans traitement directement dans une rivière ou un lac, ce qui présente de graves risques de contamination. Si l'intercepteur est mal entretenu, des solides peuvent encombrer le réseau et le bloquer facilement vu le faible diamètre. Ce système coûte cher cependant, et le coût de la maintenance est un coût additionnel pour la communauté. Ce système n'est pas approprié, dans les endroits qui n'ont pas beaucoup d'eau.

2. L'avis des experts : « Quelles sont les causes des problèmes affectant la durabilité? »

2.1 Remarques générales

De nombreux documents existent (synthèse dans Brikké, 1996, A state of the Art Document) faisant référence aux différentes contraintes et tendances rencontrées dans les AEPA des pays en voie de développement, au nombre desquels on peut noter les suivantes.

La planification des systèmes AEPA se fait principalement d'un point de vue technique et ne prend pas en compte les aspects économiques, sociaux, de gestion, et institutionnels qui sont des facteurs importants de la durabilité. De plus, ces systèmes sont la plupart du temps conçus sans consultation avec les populations locales et sont donc « imposés » comme étant le système idéal. Ceci crée non seulement une relation de dépendance et d'assistanat, mais aussi de non-adaptation des systèmes aux conditions locales.

Au niveau technologique, les ingénieurs ont été exposés lors de leurs études à la conception de systèmes modernes et adaptés la plupart du temps au milieu urbain. Il est vital de reconsidérer le curriculum des ingénieurs qui travaillent au sein des zones rurales des PVD, en y incluant également les systèmes d'AEPA de faible coût, mais aussi la problématique du développement durable et intégré au niveau rural. Car n'oublions pas que les populations rurales représentent encore plus de

70% de la population des PVD. De plus, bien souvent, ni la maintenance ni la disponibilité / accessibilité des pièces de rechange sont des critères dans le choix de la technologie.

Au niveau financier, vu le bas profil accordé à tout ce qui touche à la maintenance par rapport à la construction, les budgets sont très souvent sous évalués et insuffisants pour faire face aux coûts de fonctionnement et de maintenance, sans compter les coûts liés à la réhabilitation et au renouvellement des systèmes. Dans de nombreux PVD, l'eau est encore considérée, au moins dans les zones rurales, comme bien gratuit, et de nombreux villageois ont une réticence à payer pour des systèmes qu'ils ne comprennent pas toujours.

Au niveau communautaire, le rôle des communautés est sous évalué et sur évalué à la fois. Sous-évalué dans le sens où on ne responsabilise pas assez les communautés dans le choix de la technologie et la gestion des systèmes, et surévalué dans le sens où les communautés ont des capacités techniques et financières souvent limitées. Le rôle des femmes, en tant qu'agent primordial du maniement de l'eau et des systèmes d'assainissement est sous évalué.

Au niveau assainissement, il y a peu d'intégration de l'eau et de l'assainissement dans la préparation et l'exécution des projets, et pourtant une amélioration de l'approvisionnement en eau potable sans considérer les aspects assainissement en même temps peut être un projet qui n'atteint pas ces objectifs initiaux, car l'eau potable sera contaminée par de mauvaises pratiques d'hygiène ou de latrines non appropriées, voir de systèmes d'évacuation des eaux usées à risque. Ici, la solution

n'est pas nécessairement technique, mais très souvent plutôt à chercher dans les changements de comportement tant individuel que collectif. Il faut ajouter que l'assainissement n'a pas un haut profil dans l'agenda des politiciens, et que l'eau potable reste très dominant par rapport à l'assainissement.

Nous verrons dans les sections suivantes, comment est analysée la situation des AEPA dans les PVD, du point de vue des experts nationaux ou internationaux qui y travaillent, en se référant soit à des missions d'évaluation, soit des ateliers de réflexions nationaux ou régionaux sur le thème de la durabilité et de la maintenance, spécifiquement dans les zones rurales.

2.2 Qu'en est-il en Afrique de l'Ouest ?³

Nous verrons dans un premier temps les problèmes rencontrés d'une façon commune dans la sous-région, puis les problèmes spécifiques pays par pays.

2.2.1 Le point de vue de la sous – région

- **Contraintes principales rencontrées dans la sous-région au niveau pour l'eau potable en milieu rural :**

Contraintes institutionnelles

Inexistence ou manque d'appui aux communautés villageoises; absence et/ou insuffisance de coordination des différents intervenants; instabilité des institutions travaillant dans le secteur de l'eau; faible implication du secteur privé

³ Les résultats décrits et discutés dans ce paragraphe, font partie des résultats de l'Atelier sous-régional sur le fonctionnement et la maintenance des systèmes AEPA, qui s'est déroulé du 18 au 21 avril 1995, à Ouagadougou, Burkina Faso, et qui fut coordonné par l'auteur, sous le patronage du Bureau Régional de l'Afrique de l'Organisation Mondiale de la Santé.

et des communautés ; désintéressement du secteur privé à cause du faible chiffre d'affaire.

Contraintes Techniques

Diversité et/ou non-fiabilité des moyens d'exhaure ; absence des pièces de rechange ; inadéquation des équipements ; mauvaise exécution des ouvrages pendant l'installation.

Contraintes économiques et financières

Insuffisance et absence des moyens financiers ; inexistence ou absence d'institutions financières en milieu rural ; mauvaise gestion des fonds.

Contraintes Sociales et culturelles

Non-association des bénéficiaires ; ignorance du milieu ; tabous sociaux relatifs au statut de la femme, caractère social de l'eau, insuffisance des actions de sensibilisation et d'animation, non prise en compte valeurs traditionnelles.

Contraintes légales / politiques

Absence et/ou non-application des textes régissant le secteur ; inadéquation et/ou insuffisance des textes ; régimes politiques instables.

Autres contraintes

Accessibilité aux points d'eau ; mauvaise répartition des ouvrages hydrauliques ; mauvaise organisation.

- Contraintes principales rencontrées dans la sous-région au niveau pour *l'assainissement en milieu rural* :

Contraintes institutionnelles

Manque de coordination entre différents intervenants ; chevauchement des attributions.

Contraintes techniques

Technologies inadaptées en milieu rural.

Contraintes économiques et financières

Insuffisance des ressources affectées à l'assainissement rural ; faiblesse des revenus des populations ; contrainte du bailleur de fonds ; manque d'intérêt de beaucoup de bailleurs pour l'assainissement.

Contraintes sociales et culturelles

Résistance aux changements d'habitude ; manque d'organisation à la base ; insuffisance des connaissances liées aux aspects eau et assainissement ; technologies non culturellement acceptables.

Contraintes légales et politiques

Manque de volonté politique pour la cause de l'assainissement ; absence ou inapplication de la législation sanitaire ; absence de politique nationale définie.

Autres contraintes

Difficultés d'entretien des systèmes d'assainissement ; insuffisance d'IEC (Information, Education, Communication) sur les aspects liés à l'assainissement et à l'hygiène ; absence de données ; insuffisance de ressources humaines qualifiées dans le domaine.

2.2.2 Pays par pays

- Au BENIN

Assainissement

Sous-secteur traité de façon marginale par rapport au secteur de l'eau. Absence de coordination dans le sous-secteur ; faible investissement dans l'assainissement ; absence de banque de données pour une meilleure surveillance du sous-secteur.

Hydraulique

Une disposition du Code de l'Eau prévoit la création d'un Comité National de l'Eau et de l'Assainissement, mais dans la pratique, ce comité n'a jamais été fonctionnel. Le secteur manque d'un cadre de concertation et d'une structure de coordination en dehors de ce qui se fait dans le cadre du PADEAR (Programme d'Aide au Développement de l'Eau et de l'Assainissement Rural) entre la DH (Direction de l'Hydraulique) et la DHAB (Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base). L'inexistence d'une base de données fiables et d'un système national d'information ne permet pas une analyse approfondie et ne facilite pas la prise de décision dans le secteur. L'insuffisance de ressources

humaines à tous les niveaux, en ingénieurs, techniciens supérieurs, techniciens, auxiliaires, ouvriers, ajoutée à l'insuffisance des ressources financières est également une des causes qui retardent le développement du secteur.

- Au BURKINA FASO

Hydraulique

Insuffisance d'implication des populations bénéficiaires à toutes les phases des projets.

Manque d'intégration de l'éducation à l'hygiène et la santé dans les programmes AEP

Façon des marques de pompes manuelles, compromettant ainsi l'efficacité du système de maintenance. Mauvaise organisation de la fonction maintenance se traduisant par une opérationnalité et une fonctionnalité insatisfaisantes de la trilogie : Comités de point d'eau, artisans réparateurs, réseau de pièces détachées. Insuffisance de coordination des interventions.

- En GUINEE

Hydraulique

Pannes fréquentes des installations ; manque d'entretien autour des points d'eau ; difficultés dans l'acquisition de certaines pièces détachées ; difficultés dans le bon fonctionnement des CPE (Comités de Point d'Eau) ; difficultés dans la prise en charge des réparations.

- Au MALI

Hydraulique

Au niveau technique, problème du nombre élevé des marques différentes de pompes, et de la disponibilité des pièces détachées. Les institutions de l'Etat ne dispose pas de moyens adéquats pour assurer leur mission de contrôle, de suivi et de coordination. De même, l'absence d'un code de l'eau et d'une politique cohérente de l'assainissement, l'enclavement du pays et l'état du réseau routier, la rigueur du climat sont autant de contraintes. Par ailleurs, l'insuffisance des ressources humaines, matérielles et financières des municipalités d'une part et celles de l'éducation à l'hygiène des populations et la faiblesse de leur revenu d'autre part, constituent des facteurs défavorables au développement du secteur. Au niveau organisationnel, les bénéficiaires n'ont pas été le plus souvent associés au choix du type d'ouvrages et des moyens d'exhaure qui les équipent. Au niveau économique, le coût des interventions (6.000 à 15.000 FCFA par intervention) et les pièces d'usure (baudruche pour les pompes Vergnet et de la colonne d'exhaure en acier inoxydable pour les India) sont souvent très élevés compte tenu du revenu faible des communautés villageoises. Au niveau méthodologique, l'insuffisance des actions menées dans le domaine de la sensibilisation et de l'animation.

- Au NIGER

Assainissement

Absence de coordination entre les différentes structures impliquées ; ressources drainées en priorité vers le sous-secteur de l'eau. Assainissement dépend de 6 départements ministériels.

Hydraulique

L'hydraulique moderne a eu pour effet bénéfique de rapprocher l'eau potable de l'utilisateur, mais en même temps, les ouvrages se sont éloignés du contexte villageois, rendant plus difficile la mise en œuvre d'une politique de responsabilisation des usagers voulue par l'Etat, pour les raisons suivantes : problèmes d'acceptabilité des ouvrages (peu ou pas d'intégration des bénéficiaires dans le processus décision; réticence des utilisateurs à passer d'une eau gratuite à une eau payante; concurrence des points d'eau traditionnels); problèmes techniques (animation n'a pu être réellement mise en œuvre; pompes pas toujours au point, manque de programmation); problèmes commerciaux (vente de pièces détachées peu intéressantes pour les commerçants; activités trop peu rémunératrices pour les artisans réparateurs).

- Au SENEGAL

Hydraulique

Grande diversité et vétusté des équipements de pompage (25 marques de moteurs et groupes électrogènes et 21 marques de pompes). Coûts élevés d'exploitation et de maintenance des forages motorisés. Insuffisance des crédits budgétaires et lourdeur des procédures de leur mobilisation. Insuffisance du personnel des services chargés de la maintenance. Niveau de revenu très faible des populations rurales. Absence de cadre juridique, réglementaire et organisationnel pour les comités de gestion. Ces difficultés résultent notamment : des conflits de compétence entre les responsables des comités et les autorités locales; des difficultés de recouvrement des cotisations des usagers au niveau de certains comités de l'insuffisance de formation des responsables des comités de gestion et des conducteurs.

- Au TOGO

Assainissement

L'assainissement ne semble pas avoir sa place dans les priorités auprès des décideurs surtout financiers. Pour les eaux pluviales, à Lomé, la topographie pose des problèmes, et les caniveaux sont en nombre insuffisant. Les eau des lacs ainsi que celle de leur canal de liaison sont devenues des eaux usées. Difficultés importantes de l'enlèvement et du traitement des ordures.

Hydraulique

Les principales contraintes qui persistent dans les milieux sont: a) d'ordre socioculturel : les usagers adhèrent de plus en plus à la nouvelle politique, mais avec parfois, une lenteur préjudiciable à l'amélioration de la situation ; b) d'ordre institutionnel : bien que la DHE soit reconnue comme unique institution devant conduire la politique nationale, on relève encore certaines interventions non contrôlées qui faussent les règles du jeu ; c) d'ordre technique: nombre toujours important des types de pompes; non-respect des normes officielles par certains intervenants; agressivité des eaux dans certaines zones ; d) d'ordre financier : grosse contrainte exacerbée par dévaluation du Franc CFA.

2.3 Qu'en est-il en Afrique du Sud - Est ?⁴

2.3.1 Aspects régionaux communs

Les représentants des 12 pays de la sous-région ont identifié des défis et des enjeux communs qui sont à la base des problèmes rencontrés dans le secteur de l'eau et de l'assainissement en milieu rural, dont voici les principaux traits.

Manque d'une volonté politique authentique concernant : a) le partage des responsabilités pour les AEPA avec les Conseils de District et les communautés villageoises pour assurer la durabilité des systèmes ; b) une distribution équitable des ressources (humaines, matérielles et financières) vers les Districts ; c) des institutions fortes et appliquant des principes de management ; d) des politiques définissant les responsabilités des principaux acteurs.

Faible capacité des Conseils de District et des organisations communautaires rurales concernant : a) manque d'aptitude à l'organisation et faible motivation ; b) insuffisant savoir-faire du point de vue génie civil et de gestion financière.

Technologie trop complexe concernant : a) les technologies utilisées devraient être compatibles avec les capacités des bénéficiaires à opérer et à maintenir ; si les réparations sont trop complexes, il faut déterminer un niveau de responsabilisation plus élevée ; les pièces détachées sont soit disponibles au niveau des agences et des commerçants mais pas au niveau local ; la standardisation est un moyen non

⁴ Résultat de la Consultation Internationale de Harare, sponsorisé par l'OMS et coordonnée par l'auteur « Regional workshop Report in support of the Africa 2000 Initiative on Operation and Maintenance of rural and urban water supply and sanitation systems », qui s'est tenue du 8 au 12 novembre 1993 à Harare, Zimbabwe.

encore assez exploré ; les gouvernements doivent adapter une attitude plus ferme envers les bailleurs de fonds quant au choix des technologies.

Mécanismes de recouvrement des coûts non performants, impliquant : que les bénéficiaires doivent recouvrir la totalité des coûts d 'opération et de maintenance, ce qui n'est pas le cas ; des mécanismes financiers doivent être explorés tels que la taxe, la tarification par volume, la tarification forfaitaire ; prise en compte des contributions des communautés en nature.

Gestion communautaire non efficace. Ce point est un concept de plus en plus promu comme un moyen pouvant résoudre de nombreux problèmes techniques et financiers. Cependant, cette approche est encore nouvelle, et il faut du temps pour la mettre en valeur.

L'approche du genre (gender en anglais, et parité home – femme dans certains milieux francophones) n'est pas assez intégrée dans les politiques de développement des AEPA rural.

2.3.2 Pays par pays

- Au BOTSWANA :

Collecte de données pour la constitution de banques données très insuffisantes ; gestion non performante des systèmes AEPA ; problème de trouver du personnel qualifié ; pas assez de fonds pour le recouvrement des coûts ; l'assainissement est laissé de coté, et personne n'est vraiment concerné directement.

- **Au KENYA :**

La législation sur l'eau n'est pas adaptée à la situation réelle ; malgré une relative subvention du Trésor public, le recouvrement des coûts n'est pas suffisant ; le coût des pièces détachées reste élevé pour les populations locales ; on note des difficultés de maintenance du stock de pièces de rechange ; la communauté exerce une participation passive dans la gestion des systèmes, malgré certains exemples de succès ; manque de personnel qualifié dans la problématique rurale (les ingénieurs et techniciens sont formés aux techniques de l'eau et à la construction de systèmes modernes, cependant leurs connaissances s'avèrent inadaptées pour le milieu rural, qui représente la grande majorité de la population pourtant) ; un problème majeur pour la réhabilitation ou le renouvellement des équipements, qui est responsable ?

- **Au LESOTHO :**

Problèmes dans l'application de la politique de recouvrement des coûts , surtout lorsque des sanctions doivent être appliquées ; problèmes liés à la propriété des ouvrages, et les communautés sont ignorantes de leur rôle en tant que gestionnaire de service ; les communautés ont la responsabilité des petites réparations, et le gouvernement des grandes réparations, ce qui représente un poids considérable ; en ce qui concerne l'assainissement, manque de volonté politique et manque d'éducation à l'hygiène.

- **Au MALAWI :**

La participation communautaire a diminué due à la migration vers les villes ; la qualité de l'eau reste préoccupante dans les zones rurales ; vandalisme ; le

gouvernement est propriétaire des adductions d'eau, et les coûts de maintenance ne sont pas budgétisés d'une façon adéquate.

- En NAMIBIE :

Le pays a adopté récemment une politique de décentralisation des activités de la maintenance, et certains services doivent être payés par les usagers ; cependant, le recouvrement des coûts n'est pas encore développé suffisamment ; manque de personnel qualifié dans les nouveaux concepts de la durabilité et la problématique rurale ; technologies non appropriées.

- Au SWAZILAND :

Manque de pièces détachées ; les communautés ont peu de confiance dans les comités de gestion des points d'eau ; la collecte de revenu est difficile ; les fosses des latrines sont souvent effondrées ; il y a un manque général de données sur la situation réelle du pays ; les communautés ne sont pas assez formées pour la gestion technique, financière et sociale de leur système.

- En TANZANIE :

Malgré les changements de politique introduits au début des années 90, les gens sont toujours habitués à la gratuité de l'eau et à l'assistance du gouvernement pour le maintien des services publics ; la Tanzanie est divisée en grandes zones, chacune étant du domaine d'un bailleur de fonds, ou chacun applique sa stratégie et choisit sa technologie ; les données sur la situation de base des AEPA reste insuffisante. Au niveau communautaire, pas assez de

fonds collectés pour le maintien des systèmes, et les communautés ne sont pas assez formées en matière d'hygiène.

- **En ZAMBIE :**

Peu de statistiques au niveau rural ; beaucoup d'acteurs impliqués avec un chevauchement des compétences et responsabilités, accompagné d'un manque de coordination. Le transfert des tâches vers les communautés est difficile. La standardisation de la pompe MARK II n'a pas réussie, et les communautés ne contribuent pas beaucoup en dehors de la main-d'œuvre et des matériaux locaux , de plus les communautés ne sont pas assez formées pour prendre de nouvelles responsabilités; problème d'une stratégie clairement définie pour l'assainissement.

- **Au ZIMBABWE :**

Le pays passe par plusieurs étapes de mise en œuvre d'une politique de décentralisation et de gestion communautaire ; politique sur les aspects financiers encore insuffisant ; bien que les communautés aient été formées, elles ne prennent pas systématiquement la responsabilité de leur système. Manque d'orientation pratique pour les changements de comportement en matière d'assainissement et d'hygiène.

2.4 Le cas du Mozambique⁵

2.4.1 Aspect généraux

Les stratégies liées à la maintenance et à la durabilité des systèmes AEPA au Mozambique ont évolué d'un système centralisé de la maintenance vers un système décentralisé introduit dans le pays en 1991 / 92. La décentralisation implique l'introduction d'une technologie standardisée, la pompe AFRIDEV qui correspond au concept VLOM (Village Level Operation and Maintenance), maintenance au niveau du village, et la mise en oeuvre d'un vaste effort de mobilisation sociale, pratiqué par les animateurs du PEC et de quelques ONGs.

Nous verrons dans un premier temps les problèmes spécifiquement liés à la durabilité des pompes à main, puis dans un deuxième temps, les problèmes liés aux petites adductions d'eau.

2.4.2 Les pompes à main

Le gouvernement du Mozambique a standardisé la sélection des pompes à main, avec la pompe AFRIDEV pour les profondeurs inférieures à 50m, et la pompe VOLANTA pour les profondeurs supérieures à 50m.

Du point de vue planification, la maintenance n'est pas incluse dans cette étape et les ingénieurs ont une faible connaissance des aspects liés à la durabilité ; il manque des documents d'orientation à cet égard; on peut dire aussi qu'il y a un manque de coordination entre les ONGs qui travaillent dans le secteur et les

⁵ Résultats du rapport final de mission effectué par l'auteur sur la maintenance et la durabilité des systèmes AEPA dans les zones rurales du Mozambique, pour la DNA.

agences du gouvernement en matière de planification ; les communautés ne sont pas assez impliquées dans le processus de planification.

Du point de vue gestion communautaire, il y a un sens diffus de la propriété et des responsabilités ; on donne plus d'accent pour la formation en matière de réparations des systèmes qu'en matière de formation en gestion ; on a tendance à appliquer un modèle standard pour la gestion communautaire, alors que les communautés peuvent être très différentes ; on rencontre des problèmes à faire participer les femmes dans les projets.

Du point de vue technique, la technologie est imposée du fait de la standardisation ; il y a peu de connaissance sur les technologies alternatives à faible coût ; la maintenance préventive est un concept peu familier ou mal compris ; on a pu trouver dans de nombreux cas, que les animateurs effectuaient les réparations, et que les fontainiers ne voulaient plus travailler gratuitement, ils exigent une compensation financière pour leur travail ; il y a une capacité limitée des communautés à effectuer des réparations importantes. Bien que les pièces de rechange soient disponibles dans le pays, elles ne sont pas toujours accessibles au niveau des communautés. Les commerçants locaux ne sont pas intéressés à vendre les pièces de rechange car les perspectives de profit sont maigres ; chacun essaye » de résoudre ce problème à sa propre manière.

Du point de vue de la récupération des coûts, les tarifs ne recouvrent pas tous les coûts liés à la maintenance ; de plus, l'utilisation des fonds existant n'est pas

transparente, on assiste à des « déviations » monétaires ; on trouve également une pauvre volonté à payer.

Du point de vue suivi, la collecte de l'information et des données est encore expérimentale ; l'information disponible ne circule pas. Les messages et les approches ont besoin d'être ajustés, et la formation des professionnels à moyen et haut niveau n'est pas suffisant. Les communautés reçoivent très peu d'assistance technique et beaucoup dépend des animatrices sociales qui visitent les villages.

2.4.3 Les petites adductions d'eau

La situation générale du Mozambique en ce qui concerne les petites adductions d'eau est loin d'être satisfaisante. A titre d'exemple :

- Dans la province de Sofala, 50% des 14 systèmes sont opérationnels.
- Dans la province de Manica, 80% des 22 systèmes sont opérationnels.
- Dans la province de Tete, 14% des 15 systèmes sont opérationnels.
- Dans la province de Zambezia, 50 % des 13 systèmes sont opérationnels.

Il faut toutefois lire ces données avec beaucoup de critique. En effet, le terme « opérationnel » peut être compris de façons très différentes ; est considéré comme opérationnel un système qui fonctionne aussi bien seulement une heure par jour comme quatorze heures par jour ; de plus, le fait qu'un système soit opérationnel ne signifie pas nécessairement qu'il désert toute la population. Les chiffres cités plus haut peuvent donc considérés à la baisse dans la plupart des cas.

Du point de vue de la planification, la planification se fait exclusivement d'un point de vue technique, sans compter l'intégration de l'aspect social et institutionnel, qui est l'un des problèmes majeurs de la durabilité ; mis à part des petites adductions d'eau gérées directement par des établissements industriels privés, on trouve très peu d'exemple de gestion efficace des systèmes. Du point de vue gestion, les modèles de gestion publique ont été un échec dans leur grande majorité.

Du point de vue technique, les opérateurs sont peu motivés, et il y a peu de personnel qualifié pour effectuer des réparations importantes ; de plus, les systèmes installés sont pour la plupart vétustes et datent de l'époque de la colonisation portugaise.

Du point de vue du suivi, les ingénieurs n'ont pas la possibilité de former les personnel intermédiaire sur les aspects liés à la durabilité, et l'assistance technique en matière de gestion est déficitaire.

2.5 Le cas de l'Equateur⁶

2.5.1 Aspects généraux de l'évaluation

L'évaluation de la durabilité des systèmes effectuée par l'IRC, en collaboration avec CINARA, CARE Ecuador, la Sub Secretaria de Saneamiento Ambiental del

⁶ Données d'une mission de l'auteur à Cuenca en Equateur, janvier 1999, sur la gestion durable des AEPA. Puis, données de « En la búsqueda de un mejor nivel de servicio – Evaluacion participativa de 40 sistemas de agua y saneamiento en la Republica del Ecuador. Document Occasional N.30 de l'IRC, Delft, Pays Bas.

Ministerio de Desarrollo y Vivienda et la Empresa Publica Municipal de

Telefonos, Agua Potable y Alcantarillado, réalisée en 1996, a porté sur 40

systèmes AEPA rural, avec les caractéristiques suivantes :

- 75% sont des villages dispersés et 25% regroupés.
- 14 localités ont moins de 500 habitants, 17 entre 500 et 1500 et enfin 9 > à 1500 habitants.
- La totalité des systèmes sont des petites adductions d'eau, avec ou sans traitement.

2.5.2 Indicateurs pour évaluer la durabilité

Les paramètres ou indicateurs utilisés pour mesurer la durabilité des systèmes sont résumés dans le tableau suivant (référence sus citée):

Indicateurs pour l'évaluation de la durabilité des systèmes d'adductions d'eau potable dans ce projet spécifiquement (le niveau désirable peut changer pour un autre projet)

Thème	Indicateur	Niveau désirable
Taux de couverture	• <u>N° d'habitations connectées</u> <u>N° total d'habitations</u>	100 %
Taux de couverture réel	• <u>N° d'habitations visitées connectées</u> <u>N° total d'habitations visitées</u>	100%
Quantité à la source	• <u>Débit minimum de la source</u> <u>Débit maximum de la source</u>	>80 %
Quantité dans le système	• <u>Débit du système actuel</u> <u>Débit du système à la conception</u>	< 100%
Quantité en consommation	• <u>Dotation actuelle par consommateur</u> <u>Dotation prévue initialement</u>	< 100%
Continuité du système Continuité de la source	• <u>Heures de fourniture d'eau par jour</u> • <u>Réduction dans le temps</u>	24 heures Aucune réduction
Qualité eau à la source* Qualité eau dans système*	• <u>Risque sanitaire à la source*</u> • <u>Risque sanitaire dans le système</u>	Aucun à peu Aucun à peu
Utilisation sources alternatives Utilisation efficace	• <u>N° personnes utilisant autres sources</u> <u>N° personnes visitées</u> • <u>N° d'habitations avec fuites aux robinets</u> <u>N° d'habitations visitées</u>	0% 0%
Capacité de gestion Capacité de maintenance	• <u>N° d'usagers n'ayant pas payé</u> <u>N° d'usagers total</u> • <u>Délai entre notification de la panne et réparation</u> • <u>Fontainier formé et ayant des outils</u>	<5% Minimum Oui
Représentation des femmes	• <u>N° de femmes dans le Comité</u> <u>N° d'hommes dans le Comité</u>	50%
Coûts	• <u>Revenus totaux mensuels</u> <u>Coûts totaux mensuels</u>	>1
Tarifs	• <u>Tarif mensuel actuel</u> <u>Revenus mensuels moyens du foyer</u>	<3%

Source : « En la búsqueda de un mejor nivel de servicio. Documentos Ocasionales N.30. IRC

*⁷ les coliformes fécaux (essentiellement E.Coli) et/ou les streptocoques fécaux sont les meilleurs indicateurs de pollution fécale. L'objectif doit être l'absence de E.Coli dans l'eau de boisson. Il pourra toutefois s'avérer difficile d'atteindre cet objectif dans les zones rurales de beaucoup de pays en voie de développement. On peut dans ces cas avoir fixé un taux de tolérance. Lorsque les eaux souterraines s'avèrent présenter des taux élevés de fluors (limite sup. recommandée sous les tropiques est de 1,7 partie par million), des mesures devront être prises. L'élimination des nitrates est difficile et coûteuse et elle n'est souvent pas praticable. Il convient alors de trouver une autre source. Si l'eau distribuée est chlorée et si l'eau du robinet contient des résidus de chlore, il n'est pas nécessaire de pratiquer des analyses bactériologiques. L'examen de l'eau peut révéler une coloration, des odeurs et des goûts, qui, même si ces caractéristiques ne sont pas nocives, peuvent décourager les gens de l'utiliser. L'eau peut subir une contamination entre le robinet et le point de consommation. Lorsque les habitudes entraînent la contamination dans les foyers, l'éducation du public doit être tout particulièrement centrée sur ce point. Les femmes adultes seront le groupe cible de ces activités éducatives.

Indicateurs pour l'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement de base

Thème	Indicateur	Niveau désirable
Couverture réelle	<u>N° de latrines en bon état</u> <u>N° de latrines visitées</u>	100%
Qualité technique	<u>N° d'habitations avec latrines utilisées</u> <u>N° d'habitations visitées</u>	100%
Etat hygiénique	<u>N° de latrines propres*</u> <u>N° de latrines visitées</u>	100%
Acceptation	<u>N° de personnes utilisant la nature</u> <u>N° de personnes qui répondent à l'interview</u>	0%
Gestion	<u>Familles qui visitent la fosse</u> <u>N° de familles visitées</u>	100%

Source : IRC Documentos ocasionnelles N.30

*⁸ Un classement est nécessaire pour évaluer la situation au point de vue des odeurs, de la saleté et de la présence de mouches et de moustiques (par exemple : bon ; acceptable ; mauvais ; et très mauvais).

Indicateurs pour évaluer la durabilité des petits systèmes d'égouts

Thème	Indicateur	Niveau désirable
Couverture théorique	<u>N° d'habitations connectées à l'égout</u> <u>N° d'habitations totales</u>	100%
Couverture réelle	<u>N° d'habitations avec une connexion fonctionnelle</u> <u>N° d'habitations visitées</u>	100%
Etat hygiénique	<u>N° d'installations propres</u> <u>N° d'installations visitées</u>	100%
Utilisation	<u>N° d'habitations avec unité sanitaire fonctionnelle</u> <u>N° D'habitations totales</u>	100%
Maintenance	<u>N° d'installations avec obstruction</u> <u>N° d'installations connectées visitées</u>	<5%

Source : IRC Documentos Ocasionales N.30

⁷ Procédures d'évaluation minimale (OMS, 1983)

⁸ Op. Citae

2.5.3 Résultats de l'évaluation

Systèmes approvisionnement en eau potable

Conception et construction : Toutes les unités de traitement (filtration lente sur sable) présentent des problèmes de conception, soit car : ils n'ont pas de systèmes de pré – traitement ; la granulométrie du sable ne correspond pas aux normes ; il y a un manque de maintenance des filtres. De plus, 70% des tubes ont des problèmes de dimensionnement.

Sources d'eau. 65% des sources ont des changements brusques de la qualité de l'eau pendant la saison des pluies. Beaucoup sont exposées au risque sanitaire.

Continuité : Systèmes discontinus pendant les périodes d'été, mais pour les $\frac{3}{4}$ des systèmes, des problèmes de pression, qui laissent les usagers sans eau (problème de conception et de maintenance).

Qualité de l'eau. La plupart des systèmes de traitement de l'eau sont équipés d'un chlorateur et 70% d'entre eux ne fonctionnent pas. Cette situation est très commune également dans d'autres pays d'Amérique Latine visités par l'auteur, notamment en Colombie et au Mexique. La distance jusqu'au centre d'approvisionnement, le coût, la nécessaire assiduité à la tâche, sont autant d'éléments qui découragent les fontainiers à utiliser le chlore. Les populations le savent et ont très souvent encore recourt aux sources traditionnelles. De plus, on

remarque que les populations font bouillir l'eau (2 à 3 minutes, ce qui n'est pas suffisant), pour les enfants < à 5 ans.

Gestion du service. Les comités sont élus par le village et assurent la gestion, et les femmes sont présentes, occupant dans la plupart des cas le postes de secrétaire et de trésorier. La participation aux assemblées générales est obligatoire et la situation financière est normale.

Assainissement

Pendant la construction des systèmes d'alimentation en eau potable, était exigé par le projet, la résolution du problème de l'élimination des excréments humains.

La moitié des latrines seulement sont en bon état hygiénique, et les ¼ les utilisent.

Dans la quasi-totalité des villages visités les eaux usées sont rejetées superficiellement à l'intérieur des jardins, et la gestion des ordures n'est pas hygiéniquement adéquate. Ce problème est général aux zones rurales des pays de la sous-région.

2.6 Le cas du Mexique⁹

2.6.1 Aspects généraux

Au Mexique, on dénomme les communautés rurales, comme étant toutes les communautés ayant une population < 2500 habitants, ce qui représente environ 26 millions d'habitants. Le Mexique est caractérisé par sa grande diversité géographique, politique et sociale. En 1996, la couverture d'eau potable était

environ de 84.6% au niveau national et de 62.2% dans les zones rurales; en ce qui concerne l'assainissement (petites systèmes d'égout) la couverture était de 30.5% dans les zones rurales.

Des 26 millions d'habitants ruraux, 13,7 millions vivent dans des conditions de haute à très haute marginalisation. Les systèmes d'approvisionnement en eau potable sont principalement les adductions d'eau.

Couverture du service de l'eau potable

Taille de la communauté	Nombre de Communautés	Population totale (millions)	Millions d'Habitants avec le service	Pourcentage de Couverture
1-99	151,305	2.7	1.0	37.0
100-499	33,426	8.1	4.3	53.1
500-2499	13,580	13.8	10.0	72.4
Total	198,311	24.6	15.3	62.2

Source: CNAUPRYPS/Sistema Nacional de Información

Couverture assainissement

Taille de la communauté	Nombre de Communautés	Population Totale (Million)	Millions d'Habitants Avec un service	Pourcentage de Couverture
1-99	151,305	2.7	0.5	18.5
100-499	33,426	8.1	1.8	22.2
500-2499	13,580	13.8	5.3	38.4
TOTAL	198,311	24.6	7.6	30.9

Source: CNAUPRYPS/Sistema Nacional de Información

2.6.2 Contraintes principales rencontrées :

Du point de vue institutionnel, le pays s'est embarqué dans un vaste effort de changement appelé «Nouveau Fédéralisme», qui correspond à une décentralisation des responsabilités du niveau fédéral au niveau des Etats et des communautés, et qui correspond aussi à une modernisation, essayant d'appliquer de nouveaux concepts de gestion performante et de durabilité. Ces aspects sont

⁹ Mission de programmation nationale pour les AEPA rurales effectuée par l'auteur en 1998, sur financement du BID

encore nouveaux, et bien que les Etats soient satisfaits de recevoir davantage de responsabilité, le droit de taxation est (bien encore limité, ce qui implique que les Etats du Mexique dépendent beaucoup du budget fédéral pour le financement des services publics). Les communautés n'ont pas ou très peu de sens de la propriété de leur système et estiment que leurs systèmes relèvent de la responsabilité du Conseil municipal. Les Conseils municipaux ont de très grosses lacunes en matière d'AEPA dans les zones rurales ; leurs départements étant plutôt spécialisés dans les infrastructures urbaines. D'une façon générale, on peut être étonné de voir un des pays les plus développés parmi les PVD, avoir les mêmes lacunes dans les zones rurales que les autres PVD moins développés.

Du point de vue technique, les adductions d'eau ne sont pas bien maintenues, surtout en ce qui concerne le contrôle et le suivi de la qualité de l'eau. Bien que les nouveaux projets reçoivent gratuitement une certaine dose de chlore, une fois épuisée, de nombreuses communautés n'iront pas se ré-alimenter en chlore d'une façon régulière ; le suivi de la part des autorités est pratiquement inexistant dans ce domaine.

La dotation en systèmes d'assainissement varie en fonction des communautés : pour les communautés < à 500m, la Commission Nationale de l'Eau préconise des latrines à système sec ; pour les communautés de 500 à 1500 habitants, on préconise un système non conventionnel, simple, ouvert ; de 1500 à 2500m, un système conventionnel avec une unité de traitement. La réalité du terrain nous montre que ces systèmes sont loin d'être satisfaisants, et qu'ils deviennent rapidement des foyers de contamination pour l'ensemble de la population. Les unités de traitement sont rarement viables financièrement donc pas entretenus

convenablement. Il est clair qu'au Mexique, le problème de la durabilité en matière d'assainissement n'est pas un problème technique, mais un problème de viabilité financière et de comportement des populations, ainsi que du choix technologique approprié.

2.7 Le cas du Vietnam¹⁰

2.7.1 Aspects généraux

La population rurale du Vietnam représente 80% de la population totale. L'eau est disponible en quantité et est approvisionnée au travers de petites adductions d'eau (438 systèmes), forages équipés d'une pompe (130 000 systèmes), puits creusés (25 000 systèmes), captage de l'eau de pluie par le toit (37 125 systèmes), ainsi que les mares et points d'eau traditionnels. Il y a principalement trois types de pompes : la SN6 ; la Tara ; et la Vergnet. Le traitement de l'eau est principalement fait au travers d'une filtration lente sur sable et d'aération (pour enlever le fer). Les types de latrines les plus connues sont les latrines à double fosse et composte, où l'humus est utilisé comme engrais. Malgré de nombreux efforts à améliorer la couverture AEPA, les systèmes ne sont pas fiables.

2.7.2 La situation est-elle durable ?

Il y a plus d'importance portée à la construction qu'aux aspects liés à la durabilité. Ceci est l'approche généralement adoptée par les professionnels du secteur au Vietnam, qui donnent une orientation exclusivement technique aux projets AEPA. La maintenance est exclue de la conception et la planification. Il n'y pas une

analyse systématique des conditions locales de la viabilité financière et ni de la capacité locale à gérer les systèmes.

La gestion communautaire a besoin d'être consolidée. Il faut reconnaître le travail important fait par le Women's Union of Vietnam omniprésent dans les zones rurales. Cependant de graves lacunes persistent en terme de capacité de gestion, de sens de responsabilité et de propriété ; les populations sont encore habituées à une assistance gouvernementale et à un système TOP-DOWN, c'est-à-dire de haut vers le bas, où toutes les décisions sont centralisées et prises par les autorités centrales soit, nationales, soit provinciales. Bien que les communes aient été implantées par le régime communiste, elles représentent un mini pouvoir central au niveau local, et pas nécessairement une gestion communautaire.

L'état de l'assainissement dans les zones rurales du Vietnam est alarmant. Ceci inclut la maintenance des latrines, l'hygiène autour des points d'eau, le transport et le stockage de l'eau, l'évacuation des eaux usées et la gestion des ordures ménagères. Cet état de fait peut porter atteinte à tous les efforts entrepris pour améliorer l'approvisionnement en eau potable. Il y a un manque de volonté à tous les niveaux pour résoudre ce problème, qui est principalement une question de comportement individuel et collectif. De plus, les autorités du secteur ont peu d'expériences pour traiter ce problème.

Le secteur AEPA rural a de nombreux acteurs à différents niveaux, il y a un manque évident de coordination et de collaboration, bien que le récent Programme

¹⁰ Résultats de deux missions effectuées par l'auteur au Vietnam avec le CERWASS, Centre for Rural Water Supply and Environmental Sanitation de Hanoi, en 1997 et 1998, financement OMS.

2.8.2 Le cas de l'Etat de Madhya Pradesh¹²

Eau potable

L'Etat de Madhya Pradesh est le plus grand état de l'Inde en terme géographique. La plupart des villages ont au moins une pompe à motricité humaine pour 250 habitants. Pour les agglomérations rurales > à 2000 habitants, des adductions d'eau sont installées. Toutes les pompes sont maintenues au niveau du département par des mécaniciens de pompes (un mécanicien pour 85 pompes environ). L'organisation des pièces détachées est faite par le département, et la maintenance des adductions d'eau est l'affaire des Panchayats.

Les bénéficiaires ne contribuent pas aux investissements, et la maintenance est payée au travers du Trésor Public de l'Etat, en ce qui concerne les pompes, et une cotisation mensuelle est demandée pour les habitations connectées à l'adduction.

Les contraintes suivantes ont été reportées :

- La communauté se désintéresse du système ;
- Peu de personnel qualifié ;
- Provision insuffisante des pièces détachées ;
- Manque de participation de la communauté, en particulier des femmes ;
- Peu d'implication des autres organisations (ONGs, etc.) ;
- Problèmes croissant de la qualité de l'eau, (fluors et salinité) ;
- Peu d'importance donnée à la maintenance par les hommes politiques locaux ;
- Pas de possibilité de promotion pour les mécaniciens des pompes ;
- Absence d'un système de maintenance préventive.

¹² V.K Jain, Rural water Supply O&M systems in Madhya Pradesh, 1996

Assainissement

Depuis 93/94, un programme (PHED) a été mis en place, pour lancer une campagne de sensibilisation, la formation de maçons, et la mobilisation communautaire. La construction des latrines domestiques fut assez bonne, le développement de l'évacuation des eaux usées fut négligeable.

Les contraintes rencontrées furent les suivantes :

- Les fonds de la campagne ont tous été donnés aux autorités, sans passer par les organisations spécialisées dans les campagnes d'éducation.
- Il n'y a pas de claires partages de responsabilités entre les districts, les panchayats et les communautés ;
- Les activités liées à la gestion des ordures, l'évacuation des eaux usées a rencontré peu de succès de la part des communautés ;
- L'assainissement n'est pas encore une priorité.

définitive, on n'a investi que USD 134 milliards, dont 66% proviennent des PVD eux-mêmes, et 34% des donateurs.

Il en ressort qu'à la fin de la décennie 1,2 milliards d'habitants supplémentaires disposaient de suffisamment d'eau potable de qualité et 770 millions d'habitants d'équipements sanitaires.

Un autre acquis important de la décennie a été le développement, la promotion et l'acceptation de technologies adaptées. Cette décennie a vu la mise au point de technologies bon marché et simples. Un certain nombre d'entre elles sont à présent utilisées à grande échelle dans les PVD, et les équipements nécessaires sont fabriqués au niveau local. Tout cela a permis de réduire les coûts d'investissement et d'exploitation à des niveaux qui deviennent abordables pour de nombreux usagers pauvres.

Pour l'approvisionnement en eau potable, des pompes durables à main ou à pied ont été mises au point. De nombreux modèles de ces pompes à main ou à pied, parmi lesquels on trouve les pompes à main à action directe ou les pompes *VLOM*, en anglais *Village Level Operation and maintenance*, (*exploitation et maintenance au niveau du village*), ont pu être mises en production et on en installe chaque année des centaines de milliers. De même, la pompe à corde (*Bomba de mecate* au Nicaragua) utilisée des siècles durant en Europe et en Chine, mais tombée en désuétude en Europe, connaît un second souffle de vie et s'est révélée très fiable, surtout en Amérique centrale, où son entretien est fait par les utilisateurs.

Par ailleurs on a élargi les techniques existantes pour forer des puits, entre autres en inventant des outils à main et à bras, et on développe des processus d'épuration simples pour obtenir à partir des eaux polluées de surface une eau potable acceptable (par exemple par filtration lente sur sable, éventuellement avec épuration préalable par de gros filtres). Les résultats obtenus jusqu'à présent sont très prometteurs.

Dans le domaine des installations sanitaires, on a pu mettre au point une série de nouveaux équipements : latrines VIP (latrines à fosse ventilée), latrines Sanplat et latrines à compostage comme les latrines à chasse manuelle à double fosse.

Enfin, des techniques simples ont été trouvées dans le domaine du transport et du traitement des eaux usées et des déchets organiques (les dits petits systèmes d'égout à faibles diamètres, les installations anaérobies d'épuration et de gaz biologique).

Résultats de la Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement

	année	population (en millions)			% équipée
		totale	équipée	non équipée	
Approvisionnement en eau potable	1980	3239,47	1492,83	1746,64	46
	1990	3990,61	2697,95	1292,66	68
Assainissement	1980	3239,47	1273,59	1965,88	31
	1990	3990,61	2043,42	1947,19	51

Source: OMS (1990) *The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade, End of Decade Review*. Genève : OMS.

Au cours de la décennie on a également pu constater l'acceptation croissante du rôle des usagers (contributions volontaires et aussi participation à la prise de décisions), et ce à tous les stades du cycle d'un projet : planification, conception, construction, mise en service et exploitation (utilisation, entretien et gestion financière).

De même, l'information en matière d'hygiène est devenue une partie intégrante des programmes concernant l'eau potable et l'assainissement. En effet, construire des infrastructures améliorées pour l'eau potable et l'assainissement ne suffit pas, en soi, à obtenir une régression des maladies liées à l'eau ; l'utilisation optimale des sanitaires et une bonne hygiène générale grâce à ces équipements revêtent une importance toute aussi grande.

Cependant, les moyens et ressources nécessaires pour atteindre l'objectif de la Décennie ont immédiatement montré que son intention était davantage de répondre à un défi et d'être un stimulant, plutôt que d'aboutir à un résultat à tout prix. Malgré de nombreux efforts, plus de 1,7 milliards de personnes ne disposent toujours pas d'eau potable de qualité dans les PVD et 1,9 milliards de personnes n'ont pas d'installations sanitaires correctes. Le slogan de la décennie de l'eau : "De l'eau pour tous" a donc bel et bien servi d'aiguillon, mais en 1990, l'idéal était encore loin d'être atteint. Par ailleurs, un grand nombre des nouveaux équipements n'étaient déjà plus utilisés, par manque de maintenance suffisant ou de gestion adéquate.

3.3 L'apport des récentes Conférences Internationales sur l'eau et l'assainissement

3.3.1 Conférence de New Delhi (1990)¹⁴

Au cours de la Consultation mondiale sur l'eau potable et de l'assainissement dans les années 90, une revue a été faite à New Delhi, Inde, en septembre 1990, de la Décennie Internationale de l'Eau, dans le but d'énoncer certains principes pour l'avenir. La Conférence a rédigé une Déclaration similaire à celle de Mar del Plata, mais en formulant des principes de base, pour l'élaboration de projet durable.

Afin de relever ce défi, les quatre principes suivants sont recommandés :

1. Une protection de l'environnement et une sauvegarde de la santé au travers d'une gestion intégrée des ressources en eau et des déchets solides et liquides.
2. Des réformes institutionnelles visant la promotion d'une approche intégrée et incluant des changements dans les procédures, les attitudes et les comportements, ainsi que la pleine participation des femmes à tous les niveaux.
3. La gestion communautaire des services, supportée par des mesures de renforcement des capacités des institutions du secteur.
4. Des pratiques de gestion financière saines, réalisée au travers d'une meilleure gestion des ressources existantes, et l'utilisation générale de technologies appropriées.

On peut remarquer l'attention donnée aux aspects liés à la gestion et à l'institutionnel et en particulier l'importance d'inclure les communautés locales et les femmes dans

le processus de développement des AEPA. Ceci marquera le début d'une vaste prise de conscience parmi les professionnels du secteur travaillant dans les PVD à réviser la façon de prévoir, de concevoir et de mettre en œuvre leurs programmes et projets.

3.3.2 Conférence de Dublin (1992)¹⁵

Au cours de la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement¹⁸ de janvier 1992 à Dublin, on a reconnu que la mauvaise utilisation de la ressource eau posait une menace de plus en plus grande au développement durable et la Conférence formula les points ci-après.

Une action concertée est nécessaire pour renverser les tendances actuelles d'une sur consommation, de la pollution, et des menaces grandissantes de la sécheresse et des inondations. Les principes suivants doivent orienter le secteur :

1. L'eau est une ressource finie et vulnérable, essentielle au maintien de la vie, au développement et à l'environnement.

Puisque l'eau maintient la vie, la gestion des ressources en eau demande une approche holistique, liant le développement social et économique avec la protection des écosystèmes, et ceci au niveau des bassins.

2. La gestion et le développement de l'eau devrait être basé sur une approche participative, incorporant les usagers, les planificateurs et les preneurs de décisions à tous les niveaux.

¹⁴ « The New Delhi Statement » (1990), UNDP, New York.

¹⁵ The Dublin Statement », (1992), ICWE, Dublin.

L'approche participative comprend la conscientisation sur l'importance de l'eau auprès des politiciens et du public. Ceci veut aussi dire que les décisions sont prises au niveau approprié le plus bas, avec une pleine consultation du public et l'implication des usagers dans la planification et la mise en œuvre des projets AEPA.

3. Les femmes jouent un rôle central dans la provision, la gestion et la préservation de l'eau.

Ce rôle pivot a rarement été soulevé dans ce contexte, et ceci nécessite une révision des approches vers plus de participation des femmes dans le développement des AEPA.

4. L'eau a une valeur économique dans toutes ses utilisations et devrait être reconnue comme un bien économique

Dans ce principe, il est important de reconnaître tout d'abord le droit essentiel de tous les êtres humains à de l'eau potable et à l'assainissement, à un coût abordable. Gérer l'eau comme un bien économique, d'après les experts de la Conférence, est un moyen important pour atteindre une utilisation rationnelle et équitable, tout en encourageant la conservation et la protection des ressources en eau.

Les deux Conférences sus-citées ont ainsi posé certains principes du développement durable des AEPA :

- décentralisation au niveau le plus bas possible (autonomie des instances de gestion et participation des usagers, en particulier des femmes) ;
- nécessité d'une action concertée et d'une approche participative ;
- répercussion des coûts sur les usagers ;

- importance économique de l'eau et nécessité de la considérer comme un bien économique ;
- mise en œuvre de technologies adéquates ;
- intégration des secteurs eau potable et assainissement dans une gestion durable de l'environnement et des soins de santé.

3.3.3 Sommet de la Terre de Rio de Janeiro (1992)

Ces principes sont repris en grandes lignes dans le chapitre consacré à l'eau douce de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) : rapport Agenda 21, chapitre 18, lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en juin 1992. Celui-ci traite de l'interdépendance entre la gestion de l'eau douce (et donc aussi de l'eau potable et de l'assainissement) et d'autres aspects des politiques de l'environnement et du développement (notamment la protection des sources d'eau par la lutte contre la pollution ainsi que le rôle de l'eau dans le développement urbain durable). Malheureusement, aucun engagement ferme n'a été pris pour leur mise en œuvre.

3.3.4 Conférence ministérielle de Noordwijk (1994)

Pour apporter une contribution à la concrétisation du chapitre 18 de l'Agenda 21, le ministre néerlandais du Logement, de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement (VROM) a organisé à Noordwijk, au mois de mars 1994, une conférence internationale au niveau ministériel sur l'environnement et la problématique internationale de l'eau potable et de l'assainissement.

À cette occasion, un programme d'action a été élaboré et approuvé par la Commission du développement durable, dont voici les traits principaux.¹⁶

La Conférence reconnaît que pour faire face à la crise de l'Eau, il est nécessaire de changer, et qu'il n'est plus possible de poursuivre la voie du laisser-aller. Il faut utiliser les ressources humaines, financières et de la ressources en eau, de façon plus efficace.

En ce qui concerne l'eau et les hommes : sensibiliser l'opinion publique et générer une mobilisation sociale en faveur de l'AEPA ; améliorer le partenariat et la participation à tous les niveaux.

En ce qui concerne l'eau, la santé et l'environnement : la planification et la mise en œuvre de programmes AEPA devraient être conduites dans le cadre du développement pluridisciplinaire des ressources en eau, en abordant le problème du développement et du contrôle des ressources en eau à la manière d'un écosystème, et en prenant également en compte la dimension santé.

En ce qui concerne l'eau et les institutions : modifier l'importance du rôle des gouvernements qui, de celui de fournisseurs directs d'eau et de services, deviendraient créateurs de possibilités et arbitres ; créer des mécanismes de coordination ; accroître les investissements au profit du renforcement des capacités ; créée des services d'AEPA capables de fonctionner de façon autonome.

¹⁶ Déclaration politique de la mise en œuvre de l'action 21 de la CNUCED (1994), VROM, Pays Bas

En ce qui concerne l'eau et la mobilisation des ressources financières : assurer une gestion financière équitable et efficace des systèmes AEPA ; mettre au point des directives détaillées pour les investissements dans le secteur ; explorer et mettre au point des mécanismes de financement privés ; stimuler les approches intégrées ; encourager le système de tarification des redevances ; étudier les possibilités de réutilisation des eaux usées.

3.3.5 Le Sommet social de Copenhague (1995)

Lors du Sommet social de Copenhague de 1995, les donateurs et les pays partenaires ont été mis en demeure d'augmenter leurs dépenses dans les secteurs sociaux, (dont le secteur AEPA des zones marginales et rurales fait partie) par le biais de l'initiative 20/20, qui demande d'une part aux donateurs de consacrer vingt pour cent de leur budget destiné au développement à des services sociaux de base et d'autre part aux pays bénéficiaires de faire de même avec vingt pour cent de leur budget national. L'importance des investissements pour les équipements de base en matière d'eau potable et d'assainissement a été mise en valeur pour la lutte contre la pauvreté.

3.3.6 Conférence «eau et développement Durable » de Paris (1998)¹⁷

En mars 1998, s'est tenue à Paris une Conférence internationale sur l'eau et le développement durable, faisant suite à des réunions préparatoires et aux Conférences précédentes.

¹⁷ Référence : www.oieau.fr/ciedd/fra/frames/final/declarfin.htm

La Conférence a rappelé qu'encore aujourd'hui un quart de la population mondiale n'a toujours pas accès à l'eau potable, que plus de la moitié de l'humanité ne bénéficie pas d'un assainissement satisfaisant des eaux, et que la mauvaise qualité de l'eau et le manque d'hygiène sont parmi les principales causes de maladies et de décès, et que la pénurie d'eau, les inondations et la sécheresse, la pauvreté, la pollution, le traitement inadéquat des déchets et l'absence d'infrastructures font peser de sérieuses menaces sur le développement économique et social, la santé humaine, la sécurité alimentaire mondiale et l'environnement. De plus, l'accès limité à l'eau, en quantité et qualité, peut devenir l'un des principaux facteurs freinant le développement durable.

Les recommandations suivantes ont été formulées :

1. Promouvoir l'intégration de tous les aspects de l'aménagement, de la gestion et de la protection des ressources en eau, en élaborant de plans qui visent à satisfaire les besoins essentiels et à favoriser une distribution «équitable et efficace des ressources en eau, la protection des écosystèmes et le maintien du cycle de l'eau.
2. Mobiliser des ressources financières adéquates d'origine publique et privée et, comme élément important de cette entreprise, utiliser de manière plus efficace les ressources disponibles.
3. Améliorer la connaissance, la formation et l'information.

3.3.7 Commission du Développement Durable (1998)¹⁸

Lors de sa 6^{ème} Session en mai 98, la Commission du Développement Durable du Conseil Economique et Social des Nations Unies a formulé une liste de 75 pages de décisions et recommandations, dont celles qui sont pertinentes pour notre sujet sont les suivantes, sur le développement :

- De programmes d'éducation et de conscientisation sur la gestion et l'utilisation de l'eau ;
- De renforcer les capacités humaines, d'adopter des approches participatives, et d'inclure les communautés locales dans le développement des projets AEPA et de gestion des ressources en eau ;
- D'améliorer de traitement des eaux usées, l'assainissement et de recyclage de l'eau ;
- Mobiliser les ressources pour promouvoir la perspective de genre (parité hommes-femmes) dans le développement ;
- De promouvoir la prévention du gaspillage ;
- De renforcer le partenariat public-privé, dans la gestion et le financement des projets, et de développer des programmes de micro-crédit ;
- De consolider l'éducation et la formation en ce qui concerne le fonctionnement et la maintenance des systèmes, ainsi que l'utilisation de technologies non nuisibles à l'environnement.

¹⁸ Report of 6th Session. Economic and Social Council. Official records. Supplement N.9. United Nations, New York, (1998).

3.4 L'évolution des principes

Les expériences sur le terrain et l'acquis de la Décennie ont permis d'identifier une série de difficultés spécifiques qui entravent un développement sectoriel durable :

- Planification non intégrale
- Technologies non adaptées
- Participation / gestion communautaire insuffisantes
- Manque d'attention à une approche différenciée selon le genre
- Recouvrement des coûts non efficace
- Structures institutionnelles faibles
- Manque d'intégration du secteur de l'eau potable et sanitaire dans des politiques durables de gestion de l'eau et de l'environnement, et des soins de santé
- Manque de coordination des donateurs

3.4.1 Planification intégrale

Pour obtenir les bénéfices escomptés d'une amélioration des systèmes AEPA, il faut compter avec une action coordonnée et intégrée des interventions entre l'eau potable, l'assainissement et l'éducation à l'hygiène.

Certains pays investissent énormément dans l'irrigation, d'une part pour garantir l'assurance d'un approvisionnement alimentaire, d'autre part pour stimuler l'exportation de produits de cultures marchandes et de produits dérivés. Souvent la capacité des ressources en eau ne suffit même pas à garantir de manière durable la demande en eau d'irrigation; laissant ainsi peu pour satisfaire des besoins primaires tels que l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement.

La baisse du niveau des nappes phréatiques provoque surtout des effondrements sous les villes, et dans les zones rurales, des puits d'eau potable secs, ainsi qu'une perte de la biodiversité dans des zones aux écosystèmes fragiles. Dans les régions côtières, l'abaissement du niveau des eaux souterraines provoque en outre une salinisation de l'eau souterraine par infiltration d'eau de mer.

D'autres activités nuisibles à l'environnement peuvent également être à l'origine de l'épuisement des ressources en eau, tels que le déboisement pour l'approvisionnement en énergie, l'agriculture et l'élevage. Souvent on n'attache pas assez d'attention à l'interaction entre la gestion des terres et la gestion de l'eau. Le manque de protection des sols engendre une érosion et, par conséquent, des précipitations qui ruissellent trop rapidement à la surface sans avoir le temps de s'infiltrer dans le sol. De cette manière, le renouvellement naturel des réserves souterraines régresse et elles s'épuisent.

Les atteintes à l'environnement peuvent également résulter de la construction de barrages de retenue et de canalisations de transport (aqueducs). La proportion du volume d'eau stocké pour l'approvisionnement en eau potable des zones rurales est souvent minimale, en comparaison avec les quantités réservées à l'irrigation et/ou à la production d'énergie. Cependant, la construction non attentive de barrages et d'aqueducs pour l'approvisionnement en eau potable des (très) grandes métropoles peut bel et bien endommager l'environnement.

Dans les régions rurales, un meilleur approvisionnement en eau augmente l'eau disponible pour le bétail. Cela permet, dans des régions semi-arides, d'augmenter le

cheptel au-delà de ce que la région concernée pourrait le faire à elle seule. Toutefois le pacage excessif débouche sur l'érosion.

La construction d'un approvisionnement commun en eau potable (par exemple, bornes-fontaines), sans porter attention au drainage, provoque des nuisances dues à l'excès d'eau aux alentours. Ces flaques d'eau stagnante constituent des lieux de prédilection pour la reproduction des moustiques porteurs de malaria, etc.

Pendant longtemps, on n'a pas pris conscience de l'importance de l'assainissement, et c'est pourquoi les autorités publiques et les usagers ont généralement préféré améliorer l'approvisionnement en eau plutôt que de construire des installations d'assainissement, de drainage et de collecte des ordures ménagères et déchets solides. Ceci a eu pour résultat de raréfier les ressources nécessaires à la réalisation de certaines infrastructures d'assainissement. Les services de collecte des immondices fonctionnent très mal. La majeure partie disparaît dans les rivières, les égouts de drainage et les canaux. Cela débouche inévitablement sur des inondations et des montagnes de déchets dans les zones habitées. Ces inondations et l'amoncellement des débris polluent les eaux souterraines et le sol, et favorisent la reproduction et la multiplication d'insectes et de rats porteurs et transmetteurs de maladies (voir tableau ci-dessous).

L'importance des différentes interventions dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable et assainissement sur quelques maladies / infections courantes

Infections	Qualité de l'eau	Disponibilité de l'eau	Evacuation des excréta	Traitement des excréta	Hygiène personnelle et domestique	Evacuation eaux usées
Maladies diarrhéiques						
Agents viraux	<i>m</i>	S	<i>m</i>	<i>m</i>	S	-
Agents bactériens	S	S	<i>m</i>	<i>m</i>	S	-
Agents protozoaires	f	S	<i>m</i>	<i>m</i>	S	-
Vers sans hôte intermédiaire						
Ascaris et trichuris	f	f	S	S	f	f
Ankylostome	f	f	S	S	f	-
Oxyure	f	S	<i>m</i>	<i>m</i>	S	-
Vers avec hôte intermédiaire						
Ver de Guinée	S	-	-	-	-	-
Schistosomiase	f	f	S	<i>m</i>	f	-
Maladies transmises par les insectes						
Paludisme	-	-	-	-	-	f
Filaire de Bancroft	-	-	S	-	-	S
Autres						
Hépatite A	f	S	<i>m</i>	f	S	-
Infections de la peau et des yeux	-	S	-	-	S	-

Légende :

Source : Adapté de Feachem (1983)

S = importance significative ; *m* = importance modérée; f= faible importance; - = pas d'importance

Le manque d'hygiène lors du transport, du stockage et de l'utilisation de l'eau a souvent provoqué une contamination de l'eau potable acheminée à partir des points de prélèvement. L'utilisation non hygiénique des équipements sanitaires et les mauvaises habitudes en matière de gestion des déchets solides provoquent également une contamination et la pollution de l'environnement. Une prise de conscience insuffisante de l'importance d'une consommation durable de l'eau entraîne des gaspillages. Une utilisation durable, de bonnes conditions d'hygiène de l'eau, ainsi que le traitement écologique des déchets et des eaux usées peuvent être encouragés par une meilleure motivation des usagers et une information sur l'hygiène. Hélas, cette dernière fait souvent défaut et il est toujours difficile d'induire à court terme des changements dans les comportements.

La difficulté réside dans le manque de formation (surtout pour les femmes et les jeunes filles); de plus, les méthodes visant à obtenir des changements dans les comportements ne sont pas encore suffisamment élaborées, et la responsabilité de l'approvisionnement en eau potable, des équipements sanitaires et des soins de santé reste souvent émiettée entre différentes instances publiques.

Un autre handicap important pour le développement équilibré du secteur est le fait qu'en général plusieurs organisations, (par exemple à l'échelon national : les ministères de l'Eau et de la Santé ; et au niveau local : les services communaux et les entreprises d'utilité publique) se partagent la responsabilité de l'approvisionnement en eau potable, des installations sanitaires, du drainage et de l'enlèvement des déchets solides. Bien souvent, il n'existe tout simplement pas d'organisation disposant de compétences pour mettre en œuvre une approche intégrée de l'eau potable et de l'assainissement. Par conséquent le développement équilibré devient tributaire de la coopération harmonieuse entre diverses organisations.

3.4.2 Participation / gestion des communautés

Nombre d'équipements d'eau potable et d'assainissement ne s'avèrent pas durables, parce qu'ils ne correspondent pas aux souhaits et possibilités matérielles des utilisateurs, surtout pauvres. Les entreprises d'utilité publique, les instances nationales responsables de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement dans les PVD, mais aussi les donateurs mettent trop l'accent sur la construction d'infrastructures nouvelles de haute qualité et axées sur l'offre, au détriment de leur gestion ultérieure.

De ce fait, on offre souvent un niveau de services dont le prix reste prohibitif pour les pauvres. Quant aux usagers, ils ne disposent pas toujours de moyens pour contribuer suffisamment à la maintenance de ces équipements, si bien que peu de temps après leur construction, ces équipements ne fonctionnent plus ou à peine.

Au milieu des années quatre-vingt, on envisageait surtout une participation des usagers sous la forme de main-d'œuvre volontaire et de fourniture de matériaux, au cours de la phase de mise en œuvre, puis durant les phases d'exploitation et de maintenance. Il s'est avéré que pour avoir des équipements durables d'eau potable et d'assainissement, les usagers :

- Doivent faire une demande expresse pour l'amélioration de leur système AEPA, ce qui les responsabilise dès le départ ; cette demande est formulée de différentes façons selon les projets (certains exigent des communautés une contribution financière à l'investissement allant de 5 à 10% ; dans d'autres projets, on demandera une contribution matérielle ou en labour ; ou bien encore, une sollicitation écrite)
- Doivent pouvoir décider de manière autonome des mesures à prendre tout au long du cycle du projet (gestion communautaire) ; dans ce cas les usagers deviennent des copropriétaires ; ils ont leur mot à dire sur le choix des équipements et assument également une part de responsabilité dans la gestion financière.

Dans les zones rurales, beaucoup de progrès ont pu être réalisés dans le secteur AEPA, grâce à l'application de méthodes de financement pour la construction, l'utilisation et l'entretien par les usagers. Lors de la construction de latrines et de

systèmes d'eau potable, les usagers apportent une contribution en espèces et/ou en matériaux locaux, en outillage et en main-d'œuvre volontaire. Dans une série de pays, les réparations majeures et la fourniture de pièces se fait par les organisations d'eau potable et sanitaire au niveau des districts, la maintenance préventive et le remplacement des pièces mineures étant réglé localement par les usagers dans les villages. Dans d'autres pays, les réparations sont effectuées par des spécialistes indépendants formés à cet effet et rémunérés par les usagers, à la prestation, par mois ou par saison. Les frais encourus pour l'utilisation et les réparations se perçoivent différemment. Parfois l'argent est collecté à chaque réparation, ou dans d'autres cas, les utilisateurs paient une provision mensuelle ou annuelle à un fonds prévu pour le financement des coûts de maintenance et de réparation. Ce fonds sert éventuellement aussi pour les nouveaux investissements à effectuer.

Il est cependant fréquent que ces contributions ne soient pas suffisants pour couvrir les coûts opérationnels. Dans certains pays, il n'est toujours pas question de la moindre contribution de la part des utilisateurs, et le rôle des groupes de consommateurs se limite en pratique à simplement signaler les dérangements et pannes au responsable de l'organisation d'eau potable et assainissement.

3.4.2 Parité hommes - femmes

La participation à la prise de décision, la mise en œuvre, la gestion et le transfert de connaissances est répartie de manière inégale entre les hommes et les femmes. Souvent il n'est pas suffisamment tenu compte de cet aspect.

L'accès aux ressources nécessaires à la construction et à la maintenance d'équipements d'approvisionnement en eau potable et assainissement en faveur des femmes reste souvent minime, pour des raisons socioculturelles.

Bien que des femmes participent souvent aux comités d'eau, leur nombre reste généralement faible et leur participation passive. Pourtant, leur rôle est fondamental, en effet :

- les femmes doivent supporter les conséquences d'un approvisionnement en eau potable et assainissement inadéquat, les soins aux enfants souffrant de maladies liées à l'eau; la corvée du transport de l'eau (à pied) sur de longues distances ;
- les femmes assument, dans presque tous les pays en développement, la responsabilité de la consommation d'eau potable et de l'hygiène dans les ménages. De ce fait, elles disposent d'un trésor de connaissances et d'expérience accumulées au fil des générations pour organiser effectivement et efficacement l'approvisionnement en eau et sa consommation dans et autour de leur habitation ;
- les femmes sont les premiers éducateurs des enfants, la source traditionnelle de transfert de connaissances et représentent par conséquent le "groupe cible" par excellence de toute information relative à l'hygiène.

3.4.3 Technologie appropriée

Qu'est-ce qu'une technologie appropriée dans les zones rurales des PVD ?

Il est intéressant de noter que dans le jargon des professionnels du secteur, on peut trouver toute une gamme de terminologies liée à la technologie: technologie

appropriée, technologie progressive, technologie alternative, technologie VLDM, technologie intermédiaire, technologie villageoise, technologie à faible coût, technologie « self-help », technologie à visage humain. Toutes suggèrent l'idée d'une technologie simple, capable de fournir un service adapté aux conditions locales, tant du point de vue technique que financier. Cependant, le terme de technologie appropriée, surtout utilisé dans les années 70 et 80, a évolué dans son sens. On y associe aujourd'hui le concept de durabilité : une technologie appropriée est donc une technologie durable.

Nous verrons la thématique de la technologie appropriée sous trois angles : 1) la sélection de la technologie ; 2) la provision de pièces détachées ; 3) une analyse critique technologie par technologie.

3.4.3.1 La sélection de technologie

La sélection de technologie joue un rôle essentiel dans la durabilité.

Critères pour la sélection de technologies de l'approvisionnement en eau potable¹⁹

Critères techniques	<ul style="list-style-type: none"> • Demande actuelle et projetée de l'eau • Normes techniques ; capacité de répondre à la demande aux heures de pointe, en quantité et en qualité; qualité et longévité de l'équipement • Capacité d'extension du systèmes • Réhabilitation ou nouveau système • Besoin en pièces détachés, ainsi que leur coût, leur disponibilité et leur accessibilité ; dépendance sur l'importation des pièces • Dépendance sur le fuel et les produits chimiques et leurs coûts • Coûts liés à l'exploitation et la maintenance de la technologie • Complexité des activité d'exploitation et de maintenance • Potentiel de manufacture locale et d'utilisation de matériaux locaux. • Potentialité de standardisation ou non • Il convient d'ajouter que d'une façon systématique toute conception devra également considérer les aspects assainissement et évacuation des eaux usées, afin de déterminer leur possible influence sur le site et la technologie choisie
Critères environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité de la source (besoin de traitement, type de traitement, coût du traitement) • Quantité d'eau à la source (débit, continuité, variations saisonnières)

¹⁹ Brikké, F. Linking technology choice with operation and maintenance in the context of rural water supply and sanitation. OMS, Genève. (1996)

	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin de protéger la source ; gestion partagée de la ressource.
Critères institutionnels et légaux	<ul style="list-style-type: none"> • Stratégie nationale et cadre légal • Possibilité de formation et de suivi post projet • Disponibilité d'une assistance technique • Capacité des autorités locales à planifier et travailler avec les communautés • Implication du secteur privé (formel et informel) • Mise en place de systèmes de financement d'appui (crédits, subventions, etc.)
Critères communautaires	<ul style="list-style-type: none"> • Demande des communautés pour la technologie • Perception des bénéfices liés à une amélioration du système • Habitudes et coutumes locales • Capacité d'organisation et de gestion • Implication des hommes et des femmes • Conscience des implications financières et techniques de la technologie en question • Capacité et volonté à payer.

En addition aux critères formulés plus haut, la sélection de la technologie dépend également d'un processus. Le principe de base énoncé dans toutes les Conférences internationales mentionnées plus haut, ~~est~~ la nécessité d'impliquer les communautés dans l'analyse de leur situation et des choix possibles, compte tenu de leur contexte. Les communautés doivent de plus être associées à la décision finale du choix.

La réhabilitation peut présenter une alternative plausible et financièrement viable , en comparaison à l'investissement dans une nouvelle technologie, mais cette décision doit être faite avec précaution. Comme pour un nouveau système, l'option de la réhabilitation doit évaluer les besoins communautaires avec les aspects techniques, et examiner les raisons qui ont amené à cette réhabilitation. La plupart des projets AEP dans les zones rurales des PVD ont reporté que les causes essentielles des besoins précoces d'une réhabilitation, ne sont pas nécessairement liés à l'usure de l'équipement et des pièces, mais liés à une mauvaise maintenance et une organisation inefficace. Réhabiliter dans ces conditions ne résous en aucun cas le problème.

Critères de sélection pour l'assainissement (latrines)²⁰

Critères techniques	<ul style="list-style-type: none"> • Normes techniques ; distance de 20 à 30 m de tout point d'eau (surface et souterrain) • Possibilité d'utiliser ou de vidange de la fosse. • Disponibilité de matériaux de construction et de main-d'œuvre • Coût de la construction et de la maintenance
Critères environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> • Texture et perméabilité du sol • Niveau de la nappe • Contrôle de la contamination et de pollution • Disponibilité de l'eau pour certains systèmes
Critères institutionnels	<ul style="list-style-type: none"> • Cadre légal et support des institutions • Formation disponible ; possibilité de faire des campagnes de sensibilisation, d'éducation et de changement de comportement • Disponibilité de subventions • Disponibilité d'artisans au niveau local
Critères communautaires	<ul style="list-style-type: none"> • Demande des usagers pour des latrines • Aspects socioculturels (coutumes, traditions, tabous liés à l'assainissement, règles religieuses, spécificité hommes-femmes) • Aspects motivations (Confort, commodité, accessibilité, statut, prestige, perception des bénéfices en matière de santé, appropriation, propreté du site) • Aspects organisation (présence de programme d'éducation scolaire au niveau local ou d'un dispensaire) • Aspects géographiques (densité de population, espace, présence de latrines collectives) • Facteurs décourageants (obscurité, peur de tomber ou d'être vu du dehors, odeurs, insectes)

Comme pour la sélection de la technologie AEP, la sélection d'un système d'assainissement ne dépend pas seulement des critères mentionnés plus haut, mais également de la façon dont le projet a été introduit. De nombreux projets d'assainissement n'ont pas été couronnés de succès car ils ont été conçus à partir d'un bureau. L'assainissement touche à des aspects particulièrement sensibles de la vie des êtres humains, qui sont très liés à des habitudes et des comportements. Il est fortement recommandé de commencer un programme d'assainissement par une analyse participative de la situation avec les communautés, afin qu'elles puissent déterminer elles-mêmes les besoins pour un changement de situation, si le projet veut être durable.

²⁰ Brikké, F. Linking technology choice with operation and maintenance in the context of rural water supply and sanitation. OMS, Genève. (1996)

3.4.3.2 La disponibilité des pièces détachées

La disponibilité des pièces détachées est un problème général rencontré dans les zones rurales des PVD, et qui peut affecter directement la durabilité. Cet aspect est hélas traité bien tardivement dans la vie des projets, alors qu'il devrait être un des éléments de la sélection de la technologie.

On peut analyser la disponibilité de pièces détachées du point de vue de la demande et du point de vue de l'offre, puis du point de vue stratégique. La durabilité des systèmes AEPA

La demande de pièces détachées dépend des besoins (déterminés par la durée de vie des pièces et de l'équipement, de la périodicité et fréquence de leur remplacement, qui peuvent varier dans le temps, de leur interchangeabilité avec d'autres pièces plus simples ou d'une autre marque), de leur coût (est-ce que les coûts sont recouverts par les tarifs, variations des prix), et de leur accessibilité (qui n'est pas la même chose que la disponibilité ; une pièce peut être disponible dans un pays, mais inaccessible dans les zones rurales).

On peut distinguer trois sortes de pièces détachées : 1) les pièces fréquemment demandées, qui doivent être proches du village ; 2) les pièces demandées occasionnellement, qui doivent être proches d'un centre urbain non loin ; 3) les pièces rarement demandées (pour les réhabilitations ou remplacements), qui doivent être disponibles dans la région ou le pays.

L'offre de pièces détachées va dépendre de la demande projetée et des perspectives de profit du vendeur (celles-ci sont très éparses et floues dans les zones rurales), mais aussi de la qualité des pièces de leur lieu de manufacture et du réseau de distribution (ce réseau est bien souvent contrôlé et ne répond pas à des normes de marché).

Enfin, le besoin et la disponibilité en pièces détachées dépendent de la stratégie que l'on applique. Une maintenance effective et régulière est de nature à diminuer et optimiser les besoins en pièces détachées. Une politique de prix incitatrice, l'implication du secteur privé, l'incitation des petits vendeurs, et la planification efficace d'un réseau de distribution sont tous de nature à influencer la disponibilité en pièces détachées.

Il convient enfin, d'avancer les arguments en faveur ou contre la standardisation de la technologie (controverse dans de nombreux pays) qui est de nature à influencer directement la disponibilité des pièces.

Pour la standardisation	Contre la standardisation
<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation répandue du même type d'équipement encourage les commerçants à distribuer et vendre les pièces détachées. • Ceci évite la prolifération de marques. • Les prix et le marché sont plus facilement contrôlables. • Les usagers deviennent familiers avec la technologie et la marque. • La formation du personnel est plus simple. 	<ul style="list-style-type: none"> • La technologie choisie ne correspond pas exactement à l'aspiration et aux besoins de tous les usagers. • Les besoins sont différents par région et topographie. • Le marché est ferme et faiblement contrôlé (monopole). • Peu d'ouverture à de nouvelles technologies.

3.4.4 Pour un recouvrement des coûts durable

Le manque de ressources financières est souvent prononcé comme étant une contrainte dans la provision durable des AEPA. Cependant, avec une analyse plus fine, on peut constater que ce manque de ressources n'est souvent pas seul en cause, la mauvaise gestion financière et le pauvre consentement à payer sont aussi en cause. De plus, la tendance actuelle à responsabiliser davantage les communautés pour tous les aspects liés à l'exploitation et à la maintenance des AEPA dans les zones rurales, fait peser un poids que beaucoup ne peuvent assumer. Il est montré que la durabilité financière des projets AEPA dépend principalement de sept principes²¹ :

- Identification des implications financières des caractéristiques du projet
- Maximisation de la volonté à payer des populations
- Clarification des responsabilités financières de chaque intervenant
- Optimisation des coûts de l'exploitation et de la maintenance
- Mise en place d'une structure tarifaire équilibrée et équitable
- Développement d'un système de gestion financière efficace
- Organisation de l'accès à des ressources financières alternatives.

3.4.5 Décentralisation et secteur privé

3.4.5.1 Pourquoi décentraliser ?

La motivation pour de telles transformations institutionnelles est née d'un constant d'échec ou d'insuffisance, dont on peut citer : a) une insatisfaction de la

prestation des services ; b) lourdeurs administratives; c) gestion inefficace des ressources; d) coûts élevés de la prestation des services ; e) couverture réelle (c'est à dire fonctionnelle) des services insuffisante; f) politiques inadéquates.

Les réformes liées aux processus de décentralisation et de privatisation ont donc non seulement comme but de remédier à des problèmes de gestion et d'utilisation rationnelle des ressources, mais elles s'inscrivent également dans le cadre d'un nouveau modèle de développement. La quasi-totalité des pays nouvellement indépendants ont connu des régimes politiques où l'Etat était le principal maître d'œuvre du développement des pays. Au bout de plusieurs décennies, force a été de constater que l'Etat a lui seul ne pouvait assurer un développement équilibré. Les déficits importants des budgets nationaux, les nouvelles tendances vers une plus grande démocratie et transparence, et l'introduction du nouveau concept de développement à partir de la base ont poussé les gouvernements à adopter des réformes vers une plus grande décentralisation des responsabilités.

La réforme et la modernisation du secteur de l'eau et de l'assainissement dans les zones rurales a été impulsé initialement par les réformes effectuées dans les zones urbaines. En général, dans la plupart des PVD, le premier mouvement de la décentralisation a été une "municipalisation", où les municipalités se sont retrouvées responsables de la prestation des services publics, à laquelle s'est ajoutée une autre tendance : la recherche pour une plus grande participation du secteur privé, qu'il soit industriel, commercial ou associatif.

²¹ Brikké, F. Towards sustainable cost recovery of community water supply. Draft OP. IRC (1999)

La littérature institutionnelle distingue trois types de décentralisation : la dévolution; la délégation et la déconcentration.

La dévolution est le transfert de l'autorité et de la responsabilité décisionnelle vers les gouvernements locaux. On y trouve plusieurs types de gestion, soit une gestion municipale directe, soit une gestion indirecte par le biais de concessions à des compagnies privées. Ce modèle de décentralisation repose sur la présence d'une volonté politique au niveau local et surtout sur une capacité institutionnelle, technique et financière, ce qui est un problème dans les zones rurales. Cependant, les autorités locales sont plus à même de proportionner les services aux besoins réels des populations, ainsi qu'à la demande et à la capacité des bénéficiaires. L'expérience de la dévolution en Amérique Latine montre qu'il faut du temps avant qu'une entreprise municipale puisse atteindre une autosuffisance financière et une couverture adéquate des services. De plus, le transfert de responsabilités est rarement accompagné du transfert proportionnel en ressources financières.

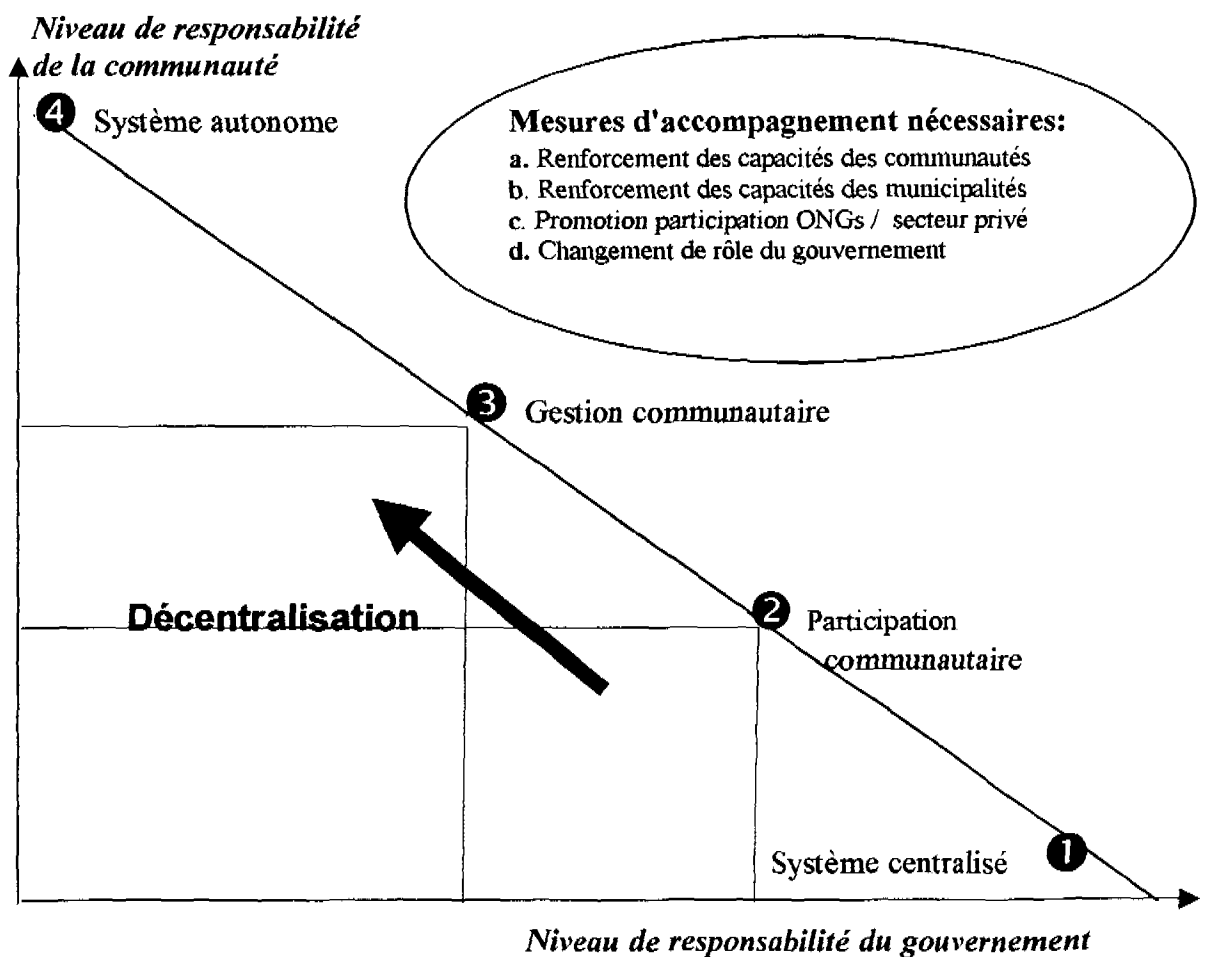
La délégation est l'assignation de droits et de responsabilités à une unité "concessionnaire". Ce modèle pourrait théoriquement s'adapter aussi bien dans les zones rurales que les zones urbaines. Cependant, dans les zones rurales pauvres, les compagnies privées sont rarement intéressées à la prestation de ces services. Une autre alternative est la prestation des services par le biais d'une association communautaire ou une assemblée associative.

La déconcentration décrit les arrangements administratifs en personnel, en équipements et en ressources au sein d'une même organisation ou institution, du

niveau central vers le niveau local. Le pouvoir décisionnel reste cependant bien souvent au niveau central, et le niveau local connaît peu d'autonomie.

3.4.5.2 Le processus de décentralisation au niveau rural

Le graphique ci-dessous décrit un processus de décentralisation au niveau rural entre deux extrêmes: le niveau central représenté par le gouvernement, et le niveau le plus local représenté par la communauté.



En ①, le gouvernement est responsable pour toutes les activités liées à la prestation du service, et les communautés n'ont pas de responsabilités, ce qui

correspond à un système centralisé. Ce système n'est pas efficace en particulier en ce qui concerne la maintenance des systèmes.

En ②, les communautés ont un certain degré de responsabilités, correspondant à la main œuvre ou au paiement pour les services. Le Gouvernement garde cependant un rôle important dans la gestion du service et le choix des systèmes. Cette situation correspond à une participation communautaire.

En ③, les communautés gèrent et sont responsables de leur système, et reçoivent dans une certaine mesure une assistance technique. Cette situation correspond à la gestion communautaire.

En ④, les communautés sont autonomes, ce qui est difficilement viable, car elles ont besoin d'un support légal et d'une assistance technique.

Les conséquences principales de ce processus de décentralisation du gouvernement vers les communautés, peuvent être positives ou négatives. Elles sont positives dans le sens où elles contribuent à la durabilité ; elles sont négatives dans le sens où ceci peut engendrer un alourdissement des charges financières, opérationnelles, techniques et de gestion, que les communautés ne peuvent hélas, pas toujours assumer.

Le processus de décentralisation doit donc prévoir des mesures d'accompagnement, telles que : a) le renforcement des capacités des communautés du point de vue technique, financier et de gestion, avec une parité hommes -

femmes.; b) le renforcement du rôle des autorités locales et de leur capacité, à pouvoir traiter avec les communautés; c) le renforcement de la participation des ONGs et du secteur privé (formel et informel) dans la provision des services (assistance technique, formation, réparation; pièces détachées; et dans certains cas, gestion de petits systèmes); d) changement du rôle du gouvernement, de fournisseur de services en celui de facilitateur et coordinateur.

3.4.5.4 Quel rôle pour le secteur privé ?

Le secteur privé représente un ensemble d'acteurs différents qui sont décrits dans le tableau ci-dessous.

<i>Acteurs dans le secteur privé</i>	<i>Rôle dans la maintenance</i>
<i>Entreprises, fabricants et fournisseurs étrangers et nationaux</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion « concessionnaire » de systèmes • Fabrication de pompes et de matériel pour les adduction d'eau • Fournisseur et distributeurs de pièces détachées et autres matériaux
<i>Consultants nationaux et internationaux</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Conception des • Evaluation et suivi • Renforcement des capacités
<i>Entreprises locales</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Construction et réparations majeures • Distribution de pièces détachées
<i>Organisations non gouvernementales (ONGs)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités au niveau des communautés • Assistance technique et suivi
<i>Artisans locaux</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Petites et grandes réparations • Opération et maintenance des systèmes
<i>Boutiques locales</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Distribution de pièces détachées
<i>Comptables</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion financière
<i>Banques</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Octroi de crédits • Gestion des comptes d'exploitation

3.4.5.5 Quelles sont les leçons apprises sur la décentralisation?²²

- La décentralisation et la déconcentration n'améliore pas nécessairement en soi les services d'approvisionnement en eau potable et assainissement dans les zones rurales²³. Cependant, ils demeurent une nécessité, et permettent l'expression d'une demande au niveau local.
- Peu de municipalités ont la capacité d'assurer la prestation des services d'AEPA dans les zones rurales. Il n'est pas réaliste de penser qu'à court ou moyen terme, les municipalités dans les zones rurales peuvent assumer la responsabilité de la prestation du service de l'eau, et qu'elles peuvent arriver rapidement à un niveau d'autosuffisance financière.
- On ne peut pas attendre du secteur privé conventionnel de jouer le même rôle dans les zones rurales que dans les zones urbaines. Les perspectives de profit, les moyens techniques mis en œuvre sont bien différents.
- La gestion communautaire des services AEPAs reste encore une des options fondamentales dans les zones rurales.
- Des relations formelles entre les acteurs du service AEP sont indispensables.

²² En plus des documents sus-cités; FAO, UNCDF, GTZ, SDC et Banque Mondiale (1997) Technical consultation on Decentralisation; Banque Inter Américaine du Développement (1996) Reforma y modernización de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento para Centro America, Haiti, Mexico y Republica Dominicana.

- Les politiques de décentralisation doivent être renforcées par des mesures d'accompagnement, allant du renforcement des capacités à tous les niveaux, à la clarification des rôles et de la formation des diverses institutions, la mise en place de systèmes de communication entre les acteurs, la mise en place de systèmes de contrôle et de suivi, et enfin le transfert de ressources le cas échéant
- La décentralisation, souvent accompagnée d'une plus grande implication du secteur privé formel et informel, met surtout en valeur les principes d'une gestion de type privée, de rentabilité financière et de marketing, quel qu'en soit le responsable.
- Pour que la décentralisation soit un succès, il faut qu'elle naisse non seulement d'une volonté politique nationale, mais aussi d'une volonté locale et communautaire, ce qui implique un processus participatif.

3.4.6 Vers une gestion efficace

3.4.6.1 *Options de gestion possibles*

La gestion de petits systèmes d'adduction peut se faire selon différentes options, à analyser au cas par cas selon les conditions locales. Cependant, il convient de rappeler que les schémas classiques d'alimentation en eau potable dans les centres semi-ruraux se sont révélés souvent inadéquats.

²³ Programme Eau et Assainissement Banque Mondiale/ PNUD, 1998,

Lieux d'échange entre la campagne et la ville, avec un niveau de développement intermédiaire entre une zone rurale villageoise et une zone urbaine, les petits centres se trouvent entre le monde traditionnel et le monde moderne, où coexistent une demande pour un service d'alimentation en eau de type "puits ou pompe à main", et de type "petites adduction d'eau". Ceci rend les interventions dans ces centres particulièrement difficiles, et leur gestion souvent déséquilibrée.

Selon une étude réalisée au Burkina Faso²⁴, l'hydraulique semi-rurale apparaît comme le lieu privilégié de la coexistence maîtrisée des systèmes d'approvisionnement en eau potable, avec la coexistence de technologies et de systèmes de gestion différents.

Quelles qu'en soient les modalités de gestion, il convient de définir qui est propriétaire, qui est responsable, qui a l'autorité et qui a le pouvoir de contrôle. Dans la plupart des Constitutions nationales et du cadre légal accompagnant la décentralisation, les municipalités sont responsables légalement de la prestation des services publics. Ceci peut rentrer en conflit avec la gestion communautaire assurant ces mêmes responsabilités. La définition précise et claire des responsabilités, ainsi que le partenariat municipalités / communautés sont essentielles.

En théorie, les petites adductions d'eau pourraient opter pour les modes de gestion suivants :

Modes de gestion	Caractéristiques principales
Gestion municipale directe	
Administration directe	Administration par un service ou département de la municipalité, sur fonds du trésor public.
Administration autonome	Administration par un département de la municipalité, avec un budget autonome et service technique.
Gestion municipale semi-directe	
Administration intercommunale	Administration est le résultat d'une concertation et d'un accord entre diverses municipalités.
Administration avec contrats de service	Administration reste du ressort de la municipalité, cependant quelques activités ponctuelles et limitées dans le temps sont confiées à des entreprises, ONGs ou associations, sur la base d'un contrat déterminé.
Gestion déléguée	
Régie dotée de l'autonomie financière et de la personnalité morale, mais sous contrôle de la collectivité territoriale	La gestion et l'exécution matérielle du service public est confié à une entité privée ou une association d'usagers.
Concession	Le concessionnaire établit les ouvrages nécessaires à l'exécution du service public, et fait fonctionner ce service ces risques et périls. Tous les ouvrages sont remis à la collectivité à la fin du contrat (des variations peuvent exister selon les contrats)
Affermage	Comme pour la concession, une entreprise ou association, voir un individu, fait fonctionner le service à ses risques et périls, mais il ne construit pas les ouvrages.
Régie intéressée	Comme dans l'affermage, exploitation du service confié par la collectivité, mais pas à ses risques et périls, et la collectivité reçoit la totalité des sommes versées par les usagers. Le régisseur reçoit une rémunération fixée par le contrat.
Gérance	Mission du gérant est identique à celle du régisseur. Cependant, le contrat de gérance définit une rémunération, et donc indépendante du résultat.

Source : Brikké (1999) La problématique de la décentralisation

3.5.6.2 Le cas du Sud Ouest du Burkina Faso²⁵

- Dans la commune de Houndé, commune de 23,126 habitants qui a connu un déficit important de la couverture en eau potable, le système thermique a été choisi.

En ce qui concerne les structures de gestion du système choisi, deux grandes entités se dégagent, la Commune d'une part et le Comité Communal des Usagers d'autre part, qui ont mis en place la Régie Communale de l'Eau. Un règlement intérieur a été établi et qui permet de gérer au mieux le système.

Il faut signaler qu'à part le personnel salarié (chef d'exploitation, gardien et fontainiers), les membres des différentes structures sont sous le bénévolat. Compte tenu des tâches assez contraignantes du trésorier du bureau, une indemnité spéciale lui a été allouée. Une autre préoccupation actuelle est de substituer la fonction des fontainiers à celles de gérants, afin de réduire la masse salariale de la Régie et de donner plus de latitude aux fontainiers dans une approche marketing de la vente.

Cependant le volume d'eau effectivement distribué est resté inférieur à celui qui avait été prévu, pour les raisons possibles suivantes : les usagers ont du mal à se défaire de leurs anciennes habitudes en matière d'approvisionnement en eau potable ; la position de certaines bornes fontaines n'ont pas favorisé la prise d'eau régulière ; et certaines bornes fontaines sont restées fermées.

- Dans la commune de Banakélédaga comptant environ 3200 habitants, le village a bénéficié d'une AEP solaire, dans le cadre du Programme Régionale Solaire. Le type de gestion communautaire a été choisi, sous la forme d'une régie directe.

²⁵ Extraits de Dakouré Denis, Sanou Daouda, Baro Karim (1998), Les innovations testées en matière de gestion des infrastructures hydrauliques dans le Sud-Ouest du Burkina Faso.

La gestion ici est décentralisée et de type associatif se caractérisant par une représentation des utilisateurs à tous les niveaux des organes de gestion et de suivi du fonctionnement. Ces organes sont l'Assemblée Générale des usagers, le Comité de suivi de la Gestion des Equipements Solaires, et le Comité de Gestion des équipements Solaires. C'est ce dernier qui a la charge de gérer et de faire fonctionner l'AEP pour le compte des usagers sous la tutelle du Comité de Suivi. La communauté se sent plus responsable ainsi des infrastructures. La distribution et la vente de l'eau sont assurées par des fontainiers rémunérés soit forfaitairement, soit proportionnellement aux quantités d'eau vendues.

Les autorités administratives gardent un rôle de supervision, de contrôle et d'arbitre. Un contrat de maintenance pour le service après-vente a été mis en place avec le fournisseur de l'installation. Ont été établis deux comptes bancaires ; un compte courant pour les dépenses de fonctionnement et un compte d'épargne pour les dépenses de renouvellement ou d'extension du système. Malgré le bénévolat que ces tâches impliquent, la participation des membres est remarquable.

3.4.6.3 Le cas du Mali²⁶

La stratégie du Mali pour la restructuration du sous-secteur de l'eau potable tend à développer toutes les actions permettant d'assurer la viabilité des systèmes. Elle s'appuie sur les principes suivants :

²⁶ Extraits de Sidibé Mahamadou, Daniel Faggianelli (1998) Développement et gestion des systèmes d'alimentation en eau potable dans les centres ruraux et semi-urbains au Mali.

a) *un dispositif institutionnel*, avec des acteurs clairement identifiés et aux interrelations formelles, s'appuyant sur le mouvement de décentralisation en cours ;

La commune est responsable de la police de l'eau. L'exploitant professionnel privé (association des usagers en cas d'absence d'opérateurs privés), produit et distribue l'eau dans le cadre d'un contrat d'affermage signé par la commune. Ils se sont regroupés récemment en Union des Exploitants d'AEP.

Les usagers sont regroupés en associations informelles par quartiers ou par point d'eau. Une Cellule de Conseil aux AEP assure l'audit technique et financier, facilite la communication entre les différents acteurs, la formation des exploitants, et assure la prestation de conseils divers.

Chaque acteur assure des responsabilités précises et contractuelles qui s'inscrivent dans la politique de décentralisation du Mali. Les documents disponibles sont les suivants :

- Protocole de transfert de compétence entre l'Etat et la Commune
- Contrat type d'affermage entre la Commune et l'exploitant (durée 7 ans)
- Contrat d'audit entre la Cellule de Conseil aux AEPs et l'Etat
- Contrat de distribution d'eau entre l'utilisateur et l'exploitant
- Statuts type association d'usagers avec parité hommes-femmes.

b) *un modèle de gestion de type « professionnel privé »* au service des besoins communautaires, en particulier des femmes ;

Pour l'instant, les exploitants restent de type «communautaire » faute d'opérateurs privés intéressés et compétents. Les associations d'usagers signent avec la commune un contrat d'affermage, et gèrent l'AEP suivant les règles du secteur privé. Au terme du contrat d'affermage qui dure 7 ans, ils seront mis à concurrence. Pour assurer la viabilité des systèmes, les principes de développement suivants sont adoptés : 1) financement par la vente de l'eau de tous les biens et services, y compris les charges récurrentes, le renouvellement des équipements, et les interventions de tous les acteurs ; 2) contrôle technique et financier des exploitants ; 3) réseau de communication par radio permettant l'échange d'informations et de consignes.

c) un dispositif de communication, la Cellule de Conseil aux AEPs de formation et de contrôle des différents acteurs animé par une structure légère facilement mobilisable au quotidien. A la demande des exploitants, la Cellule assure des prestations de services qui peuvent aller jusqu'à l'achat et l'envoi de pièces détachées, mais est principalement axée sur le conseil, l'audit et la formation. Les revenus de la cellule proviennent de la facturation d'une redevance de 20 FCFA/m³ d'eau produite.

3.4.6.4 Le cas de la Colombie²⁷

La Colombie compte plus de 1000 communautés de moins de 12.500 habitants, qui ont pour la très grande majorité des systèmes d'adduction d'eau. Suite à divers mouvements de décentralisation, il existe actuellement principalement

²⁷ Ministère du développement économique de la Colombie, FINDETER (1998) Servicios sostenibles de agua y saneamiento – Marco conceptual.

deux types de gestion des systèmes pour les AEPs de ces communautés : la gestion municipale (40 %) et la gestion communautaire (60%). La gestion communautaire est appuyée sur les principes suivants :

- La communauté a une autorité légitime, une autonomie et exerce le contrôle effectif sur la gestion de l'AEP ;
- Les organisations communautaires ont l'autorité pour collecter les redevances pour la gestion, la maintenance et le renouvellement de l'AEP ;
- Les agences de soutien procurent l'assistance technique, mais toutes les décisions importantes sont prises par la communauté et son organisation.
- La gestion communautaire doit se faire sous la forme d'une organisation légale et légitime.

Parmi les différentes formes de gestion communautaire appliquée en Colombie, on peut citer la concession à une association communautaire. L'association est constituée sous la forme d'une association but non lucratif avec le but de fournir un service public, qui pourrait donner accès non seulement à des ressources communautaires, mais aussi municipales et étatiques.

L'Assemblée Générale des usagers adopte les décisions et élit les membres du comité de gestion. Le Comité de gestion est composé d'un Président, vice-président, un trésorier ou un administrateur, un secrétaire, des représentants de l'administration locale et des usagers. Le Comité est responsable de la supervision et du contrôle de tous les aspects techniques et financiers du service. Les

fontainiers et mécaniciens sont responsables pour toute la maintenance et participent dans la collection des redevances.

L'association doit être créée à partir d'une décision prise dans l'Assemblée Générale des usagers, qui approuvera aussi le règlement de l'association, le tout enregistré à la Chambre de Commerce. La création d'une telle association sera par la suite autorisée par un document officiel du Conseil Municipal.

3.4.6.5 Le cas du Mexique²⁸

Le Mexique vient de réviser récemment sa politique sectorielle dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable des zones rurales, dans le cadre d'une plus grande décentralisation des responsabilités.

La formulation de cette politique s'est tout d'abord effectuée par l'élaboration d'un diagnostic institutionnel au niveau fédéral, puis au niveau de cinq états pilotes, grâce à des ateliers de concertation incluant tous les acteurs concernés. L'analyse a porté sur les différentes fonctions actuelles et futures de chaque groupe (voir tableau plus bas).

Le tableau ci-joint donne une vision de la situation actuelle et de la situation future des différentes institutions impliquées dans le secteur, selon le processus de modernisation et de décentralisation engagé par le Gouvernement du Mexique,

²⁸ Brikké François (1998) Modernisation du secteur de l'approvisionnement potable et assainissement des zones rurales du Mexique – Rapport final des études institutionnelles et communautaires.

dans le secteur de l'approvisionnement en eau potable et assainissement des zones

VISION INTEGREE DES FONCTIONS ACTUELLES ET FUTURES DE S DIFFERENTES INSTITUTIONS IMPLIQUEES DANS LE SECTEUR DE L'APPROVISIONNEMENT EAU POTABLE ET ASSAINISSEMENT DANS LE MILIEU RURAL																		
FONCTIONS	NIVEAU FEDERAL		NIVEAU DE L'ETAT						NIVEAU MUNICIPAL				NIVEAU LOCAL				SECTEUR PRIVE	
	CNA a/		CEAS b/		COPL c/		COR d/		MUNIC e/		ORGOP f/		COMIT g/		USA h/		Entreprise et ONG	
	Act	Fut	Act	Fut	Act	Fut	Act	Fut	Act	Fut	Act	Fut	Act	Fut	Ac	Fut	Act	Fut
1. Planification																		
1.1 Stratégie	m	m	m ↗ S		m ↗ S		-	-	m ↗ S		-	-	-	-	-	-	-	-
1.2 Programmation	m	m	m ↗ S		m ↗ S		-	-	m ↗ S		m ↗ S		m ↗ S		m ↗ S		-	-
1.3 Coordination	m	m	m ↗ S		-	-	-	-	- ↗ S		-	-	-	-	-	-	-	-
1.4 Investissements	S	S	m ↗ S		m ↗ S		-	-	m ↗ S		m	m	- ↗ m		- ↗ m		-	-
1.5 Suivi	m ↗ S		m ↗ S		m ↗ S		- ↗ S		- ↗ S		- ↗ S		- ↗ S		- ↗ S		m	m
2. Normative																		
2.1 Contrôle	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Régulation																		
3.1 Qualité	m ↗ S		m ↗ S		-	-	-	-	- ↗ S		-	-	-	-	-	-	-	-
3.2 Economique	m	m	m	m	-	-	-	-	- ↗ S		-	-	-	-	-	-	-	-
4. Provision																		
4.1 Etudes	-	-	m	m	-	-	-	-	m ↗ S		m ↗ S		- ↗ S		- ↗ S		m ↗ S	
4.2 Conception	-	-	m	m	-	-	-	-	m ↗ S		m ↗ S		- ↗ m		- ↗ m		m ↗ S	
4.3 Construction	-	-	m	m	-	-	-	-	m	m	m ↗ S		- ↗ m		- ↗ m		S	S
4.4 Supervision	-	-	m	m	-	-	- ↗ S		- ↗ m		-	-	-	-	-	-	m ↗ S	
4.5 Opérations	-	-	m ↘	-	-	-	-	-	m	m	m	m	m ↗ S		- ↗ m		-	-
4.6 Maintenance	-	-	m ↘	-	-	-	-	-	m	m	m	m	m ↗ S		- ↗ m		-	-
4.7 Réhabilitation	-	-	m	m	-	-	-	-	m ↗ S		m ↗ S		- ↗ m		- ↗ m		m ↗ S	
4.8 Extension	-	-	m	m	-	-	-	-	m ↗ S		m ↗ S		- ↗ m		- ↗ m		m ↗ S	
4.9 Détermination tarifs									- ↗ m		- ↗ m		m ↗ S		m ↗ S		-	-
4.10 Paiement tarifs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	m ↗ S		m ↗ S		-	-
5. Actions d'appui																		
5.1 Formation	m ↗ S		m ↗ S		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	m ↗ S	
5.2 Attention sociale	m	m	m ↗ S		-	-	-	-	- ↗ S		- ↗ S		-	-	-	-	m ↗ S	
5.3 Assistance technique	m ↗ S		m ↗ S		-	-	-	-	- ↗ S		- ↗ S		-	-	-	-	- ↗ m	

Légende

Act : Situation actuelle

Fut : Situation future

↗ : Augmentation du rôle

↘ : Diminution du rôle

Aucun ou faible rôle : (-)

Rôle modéré : (m)

Rôle significatif : (S)

a/ CNA = Commission Nationale de l'Eau
 c/ COPL = COPLADE (Commission de Planification)
 e/ MUNIC = Municipalités
 g/ COMIT = Comités d'eau

b/ CEAS = Commissions Etatique de l'Eau et de l'Assainissement
 d/ COR = CORESE (Commission de Régulation et de Suivi)
 f/ OR OP = Organismes Opérateurs
 h/ USA = Usagers

4. Conclusions : La durabilité aujourd'hui et demain

4.1 Comment définir la durabilité ?

4.1.1 La définition de l'OCDE²⁹

Selon le Comité d'Assistance pour le Développement de l'OCDE (Organisation pour la Coopération Economique et le Développement), un programme de développement est durable quand il est capable de fournir un niveau approprié de bénéfices pendant un laps de temps considérable, après la fin de l'intervention de l'assistance externe.

Le Comité insiste sur les points qui pourraient faire l'objet d'une évaluation de la durabilité : a) les projets de développement doivent œuvrer dans le contexte des politiques nationales ; b) le leadership en matière de gestion est la clé du développement, où la participation locale constitue une partie intégrale ; c) la durabilité nécessite une rentrée de fonds pour couvrir le fonctionnement, la maintenance et l'amortissement ; d) un projet doit intégrer l'environnement social et culturel ; e) protection des ressources naturelles ; f) environnement politique et légal favorable.

4.1.2 La définition d'un Groupe de Travail de l'OMS

Selon le Groupe de Travail sur le recouvrement des coûts coordonné par le département chargé de l'eau et de l'assainissement de l'Organisation Mondiale de la Santé³⁰, on peut identifier une série de 10 facteurs liés à la durabilité :

²⁹ from MDF material, 1993

1. Un environnement stable

(réglementation et législation favorable et clairement définie vers la durabilité, ainsi qu'incitation, promotion des nouvelles stratégies pour le secteur, puis renforcement des capacités des institutions).

2. Sensibilisation en matière de santé

(pour la communauté, ceci signifie une conscience des bénéfices qu'une amélioration des systèmes d'AEPA et des attitudes en matière d'hygiène peuvent amener ; pour l'agence de développement, ceci signifie une conscientisation de la nécessité d'intégrer les aspects eau, assainissement et hygiène, l'un n'allant pas sans l'autre, ce qui implique une coordination et collaboration entre les différentes organisations travaillant dans le secteur eau et assainissement).

3. Institutions solides

(pour les communautés, ceci signifie des institutions communautaires, telles que groupements villageois ou comités d'eau, capables de gérer leur système ; pour les agences de développement, des institutions capables de supporter ou de prêter assistance aux communautés, mais également d'assumer leur propre responsabilité).

³⁰ « Manuel de méthodes et de principes financiers », CWS/WHO (1990)

4. *Besoin ressenti*

(ceci caractérise le besoin authentique d'une communauté pour une amélioration de son système AEPA. Ceci est indispensable pour l'expression d'une responsabilité) .

5. *Attitude favorable*

(ceci une volonté définie de travailler en collaboration avec les communautés,).

6. *Expertise et compétence*

(au niveau de la communauté, ceci signifie la capacité à gérer, à maintenir et à réparer les systèmes AEPA, ou bien la disponibilité d'un personnel qualifié dans les environs ; au niveau de l'agence de support, un personnel qualifié et expérimenté non seulement dans les aspects techniques, mais également sociaux).

7. *Niveau de service approprié*

(Le niveau de service correspond aux désirs et à la demande potentielle des usagers).

8. *Technologie appropriée*

(la technologie est caractérisée par les points suivants : acceptation socioculturelle ; facilité de maintenance, utilisation optimale de matériaux et équipements locaux).

9. Matériaux et équipements disponibles

(disponibilité de pièces détachées pour les réparations et la réhabilitation).

10. Services de soutien

(disponibilité d'un soutien durant, mais aussi après la mise en place du projet, assurant le suivi).

4.1.3 La définition de la Coopération suisse³¹

La coopération suisse utilise plus volontiers le terme de Viabilité, pour qui la viabilité est synonyme de qualité, et qui vise la réussite d'un projet à long terme.

Un projet/programme de développement est viable lorsque les anciens promoteurs et les groupes cibles du projet perpétuent *sans aide extérieure* les changements induits par le projet. Un projet doit donc permettre, pendant une période prolongée, de garantir aux promoteurs locaux et aux groupes cibles, un niveau suffisant d'avantages après que cessent les apports d'aide, dans les domaines financier, administratif et technique.

La Coopération insiste sur le double paradoxe de la viabilité : le paradoxe des activités temporaires et des effets durables ; le paradoxe de la dépendance et de l'autonomie.

³¹ « Viabilité des projets de développement – Fondements et applications possibles » Document de base de la série PESA. (1991). Direction de la Coopération au Développement et de l'Aide Humanitaire. Berne. Suisse.

Le paradoxe des activités temporaires et des effets durables doit être surmonté par une promotion ciblée de l'organisation partenaire pendant la durée du projet. Pour cette raison, *la formation et le renforcement* institutionnel sont nécessaires à toutes les activités qui doivent perpétuer.

On peut atténuer et supprimer le paradoxe de la dépendance et de l'autonomie en agissant sur deux plans : participation et transparence. De plus, les projets doivent se dérouler dans une atmosphère d'échange et de négociation.

Afin de pouvoir suivre à longue échéance le comportement de la viabilité, le projet a finalement besoin d'indicateurs significatifs et plausibles. Seule une longue phase d'observation permettra d'identifier : a) les facteurs qui se renforcent mutuellement et qui donc sont particulièrement sensibles et b) les facteurs ayant peu d'impact sur la viabilité et qui donc sont négligeables.

La liste de facteurs de la viabilité suivante est retenue :

- Orientation vers les groupes cibles
- Capacité organisationnelle
- Frais récurrents et rentabilité économique
- Technologie adaptée
- Caution des décideurs (cohérence entre objectifs du projet et stratégies de développement national, et collaboration avec les institutions locales)
- Conception réaliste du projet
- Compatibilité avec l'environnement
- Stabilité politique, perspectives économiques et sociales.

4.1.4 La définition de la coopération néerlandaise³²

La stratégie de la coopération néerlandaise ressemble de près de celle élaborée par la Banque Mondiale (voir paragraphe prochain), tout du moins dans ces éléments de base, à savoir que le développement durable est l'intégration de trois dimensions : le développement économique ; la durabilité écologique ; la justice sociale. Cependant, la coopération néerlandaise a défini cette stratégie dans des détails intéressants, comme suit.

En ce qui concerne la dimension économique, on considère : a) qu'un investissement de la part des bénéficiaires du programme dans la mise en œuvre d'un point d'eau permet de sélectionner les communautés les plus motivées, et contribue à la responsabilisation des communautés pour un fonctionnement prolongé des installations. ; b) des revenus peuvent être générés, permettant de couvrir les frais de mise en œuvre, d'opération et de maintenance ; c) le programme AEPA doit contribuer à l'allègement de la pauvreté et à l'amélioration des conditions de vie des couches défavorisées, en particulier des femmes. Dans la mise en œuvre du programme, mes ressources humaines, matérielles et financières doivent être choisies et utilisées de façon rationnelle et efficace.

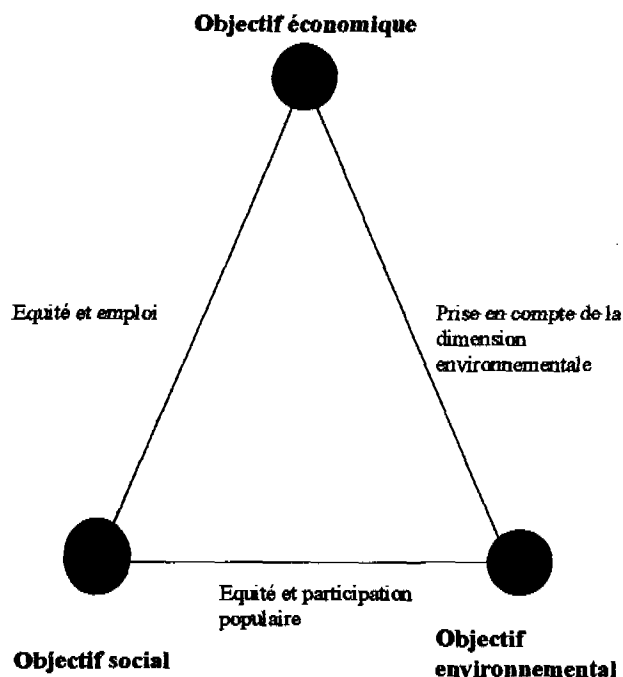
En ce qui concerne la dimension de la durabilité écologique : a) la mise en œuvre du programme d'AEPA ne doit pas aller au détriment des fonctions essentielles de l'écosystème local ; b) les effets extérieurs sur les ressources en eau ne doivent pas mettre en danger la quantité ni la qualité de l'eau de ces ressources.

³² « La durabilité des programmes d'eau et d'assainissement : un cadre conceptuel. SNV – IRC

En ce qui concerne la dimension de la justice sociale : a) les structures institutionnelles et les connaissances locales doivent être respectées dans la réalisation du programme ; b) au travers des actions du programme, la position sociale des catégories de personnes défavorisées, doit s'améliorer, en particulier celui des femmes ; c) les actions du programme doivent favoriser le renforcement de la société civile et le développement des ressources humaines ; d) on doit promouvoir l'information, l'éducation et la communication en vue de l'adhésion des communautés au processus du développement durable.

4.1.5 La définition de la Banque Mondiale³³

Le concept de développement durable est une interrelation entre trois principaux objectifs de développement qui se résument dans le diagramme suivant :



Séries de documents de projets et programmes 2-F.(1995) Delft ; Pays Bas.

³³ « Environmental Economics and Sustainable Development », by Mohan Munasinghe, World Bank Environment Paper N. 3. (1993). Washington, D.C. USA

L'approche économique met en valeur les concepts de rendement, de croissance et de stabilité, dans un contexte de ressources limitées. L'approche environnementale met l'accent sur la nécessité de la stabilité biologique et physique du système. L'approche socioculturelle vise l'équilibre social et culturel avec la réduction des conflits sociaux, la réduction de la pauvreté et l'équité entre les divers groupes sociaux. Cette approche du développement durable prend en compte la nécessité d'intégrer plusieurs dimensions, tant environnementales, économiques que sociales. Leur interaction est donc essentielle, et, si appliquée dans le domaine AEPA des zones rurales, met en valeur le besoin d'intégrer les populations, la gestion efficace de la ressource en eau, et le développement économique local et national. La Banque Mondiale³⁴ spécifie de plus que la gestion des ressources s'appuie essentiellement dans l'adoption d'un cadre législatif et réglementaire global, ainsi que dans le traitement de l'eau comme un bien économique ; ceci s'accompagnant d'une décentralisation des structures de gestion et de prestation et d'un recours accru au mécanisme des prix ainsi que d'une participation plus grande des parties prenantes. Cette nouvelle approche est conforme à la Déclaration de Dublin (1992) et de la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement, ainsi qu'à l'Action 21 de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement.

4.2 Une définition prévalante aujourd'hui³⁵

Compte tenu de la réalité du terrain, ainsi que de l'analyse faite par les différents experts du secteur de part le monde, au niveau national ou au niveau des

³⁴ « Gestion des Ressources en Eau », Document de politique générale de la Banque Mondiale, 1994, Washington, D.C., USA.

³⁵ Ce concept est l'objet actuellement de stages de formation, pour lesquelles l'auteur apporte une collaboration substantive tant du point de vue recherche que pédagogique.

Conférences internationales, puis des différentes définitions de la durabilité exprimées par les agences de développement sus-citées, l'IRC, Centre International de l'Eau, a progressivement développé un concept en collaboration avec ses partenaires en Colombie (CINARA), aux Pays Bas (MDF), au Kenya (NETWAS) et au Burkina Faso (IPD-AOS), adapté au secteur de l'eau et de l'assainissement dans les pays en voie de développement.

Nous verrons dans un premier temps, la relation entre la durabilité et le cycle de projet (notion avancée par l'OCDE, au début des années 90), puis dans un deuxième temps les différents facteurs qui contribuent à la durabilité (résultat de consultations internationales³⁶ et d'expériences sur le terrain³⁷). La troisième partie met en valeur le fait que les facteurs à eux-seuls ne sont pas suffisants pour générer la durabilité, mais que les processus par lesquels les projets sont introduits sont tout aussi importants (avec entre autre la notion de la demande³⁸). Il convient de donner une place spécifique à l'assainissement en rappelant certains éléments importants considérer dans la planification des projets. Nous terminerons enfin par une définition possible de ce qu'est la durabilité.

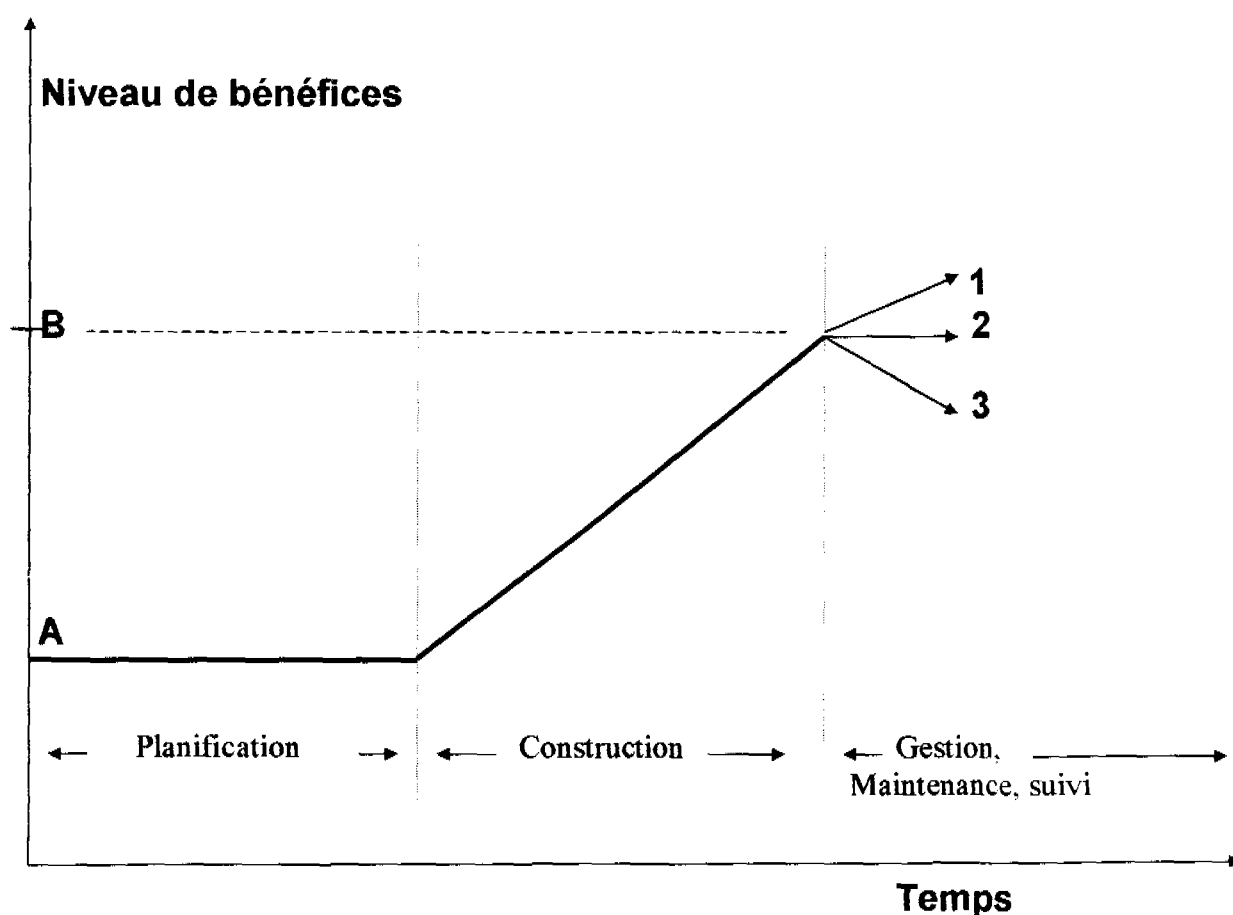
4.2.1 Durabilité et cycle de projet

Le cycle de projet est caractérisé par une suite de phases successives dans le temps, allant de la planification, à la construction, la gestion, la maintenance et le suivi. Le niveau de service "eau et assainissement" est caractérisé par le niveau de bénéfices qu'il procure aux bénéficiaires, tels que : la qualité, la quantité, la

³⁶ Conférences de New Delhi, de Dublin, de Noordwijk. Résultats des Groupes de Travail du Conseil Consultatif pour l'Eau et l'Assainissement. Commission pour le Développement Durable des Nations Unies.

³⁷ Formulation des stratégies nationales et locales en Tanzanie, Mozambique, Mali, Colombie, Mexico et Vietnam, en matière de durabilité

continuité, l'accessibilité, le confort, l'équité et la santé (auxquels pourraient se rajouter des bénéfices d'ordre socio-économiques). Comme l'indique le graphique ci-après, avant l'introduction d'un projet visant l'amélioration d'un service eau ou assainissement, il existe déjà un certain niveau de bénéfices, cependant non satisfaisant, niveau A. L'un des buts du projet est d'augmenter ce niveau à B. La durabilité dans ce sens, sera la permanence du niveau de bénéfices après l'introduction du projet.



- 1 & 2 : Projet durable
3 : Projet non durable

La situation 3 est souvent générée par le fait que les projets ont seulement comme but d'arriver à B, la durabilité n'étant pas un des objectifs. De plus, la durabilité

est trop souvent considérée comme un facteur à prendre en compte seulement après la construction d'un système.

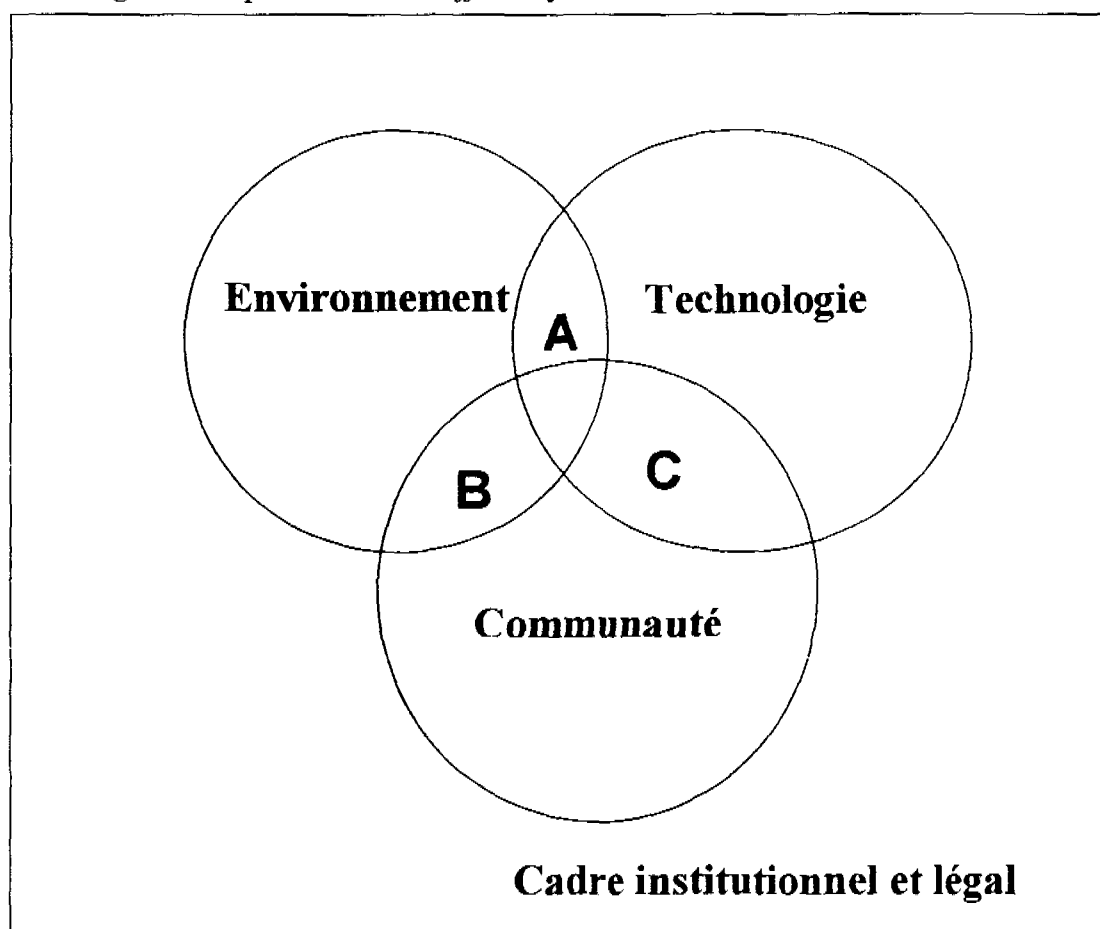
Afin d'arriver à la situation 1 et 2, il est essentiel de réaliser que la durabilité commence à partir de la phase de planification. La façon dont un projet sera introduit, la demande initiale des populations et la participation des usagers dans tout le cycle du projet, mais aussi la consolidation des aspects financiers, sociaux, de gestion, de mise en place d'un système de distribution de pièces détachées sont autant de facteurs et de processus qui peuvent contribuer à la durabilité d'un projet.

Un autre aspect de la durabilité lié au cycle de projet, est celui de l'intervention extérieure qui permet le financement de la construction des infrastructures et du renforcement des capacités des institutions locales et communautaires, publiques ou privées. La plupart des projets visant l'amélioration du service "eau et assainissement" reçoivent l'appui soit du gouvernement central, soit de bailleurs de fonds multilatéraux ou bilatéraux, ou encore soit d'ONGs étrangères ou nationales. Cet appui nécessaire en phase de planification et de construction s'avère souvent difficile à gérer une fois la construction finie. L'intervention extérieure peut créer une situation artificielle, voir de dépendance, qui s'avère parfois fatale, lorsqu'elle se retire du projet. De plus, le suivi se fait peu ou pas du tout, une fois l'intervention extérieure terminée. D'où l'importance d'exécuter des projets correspondant à la demande et aux capacités locales, et de planifier les activités de suivi dès le départ.

4.2.2 Les facteurs contribuant à la durabilité

On peut regrouper les facteurs contribuant à la durabilité en 5 groupes : communautaires, techniques, financiers, de gestion et environnementaux, qui évoluent à l'intérieur d'un cadre, qui est celui de l'environnement institutionnel, légal et politique.

Schéma général représentant les différents facteurs de la durabilité



Source : IRC (1998)

Le facteur « *environnement* » concerne : la disponibilité de la ressource en eau en quantité et en qualité, et de sa nécessaire préservation et conservation, ce qui entraîne une gestion appropriée des déchets solides et liquides ainsi qu'une évacuation des eaux usées non nuisibles à la santé et à l'environnement.

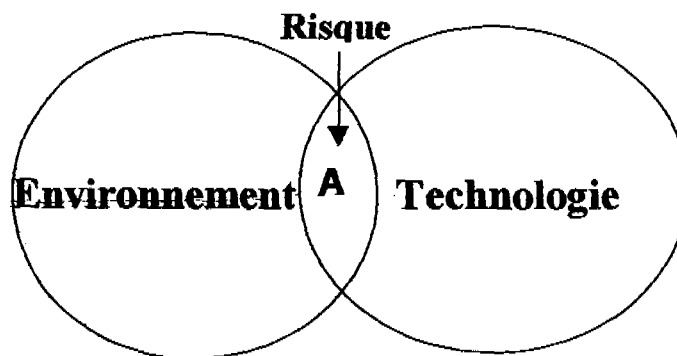
Le facteur « *communauté* » comprend : 1) les aspects culturels tels que les us et coutumes, la perception de la communauté sur les bénéfices liés à une amélioration du service “eau et assainissement” ; 2) les aspects sociaux, tels que la cohésion sociale, la capacité de la communauté à s’organiser elle-même et à prendre des décisions, la participation de tous les groupes sociaux de la communauté, avec une parité hommes – femmes ; 3) les aspects financiers tels que la capacité et volonté de payer pour un service, le coût de la maintenance à recouvrir, la mise en place d’une structure tarifaire appropriée et acceptée par tous, le possible accès à des mécanismes financiers supplémentaires (crédit par exemple); 4) les aspects techniques, tels que la disponibilité d’un savoir-faire technique au niveau local ; 5) les aspects gestion : la mise en place d’un système de gestion financière efficace et transparente, la répartition des responsabilités, des droits et obligations de l’instance ou des instances prestataires du service “eau et assainissement”, ainsi que la capacité de cette instance à fournir cette prestation; la clarté dans les arrangements financiers entre les acteurs principaux (communautés, autorités locales ou centrales, et secteur privé), la capacité de l’organisation à appliquer des principes de bonne gestion financière et de marketing.

Le facteur « *technique* » recouvre: a) les aspects liés à la capacité d’un système de répondre aux besoins et aux aspirations actuelles et futures des usagers; b) la simplicité des activités de maintenance liés à ce système; c) la disponibilité des pièces détachées; d) la possibilité d’avoir recours à une assistance technique pour des problèmes de maintenance et de réparations graves.

Tout ceci évolue dans un cadre institutionnel et légal, qui constitue en fait l'environnement du projet. Au niveau national, ceci implique une politique claire et une stratégie orientée vers la durabilité, qui est réaliste et réalisable ! Au niveau plus local, ceci implique les activités de support, de formation, d'assistance technique, de contrôle de la qualité de l'eau qui constituent autant d'appui à la communauté et aux municipalités.

Il est intéressant cependant de poursuivre la réflexion sur les intersections des trois ensembles « environnement, technologie et communauté », qui comprennent des aspects primordiaux de la durabilité, et qui montrent bien l'intégration entre tous ces facteurs.

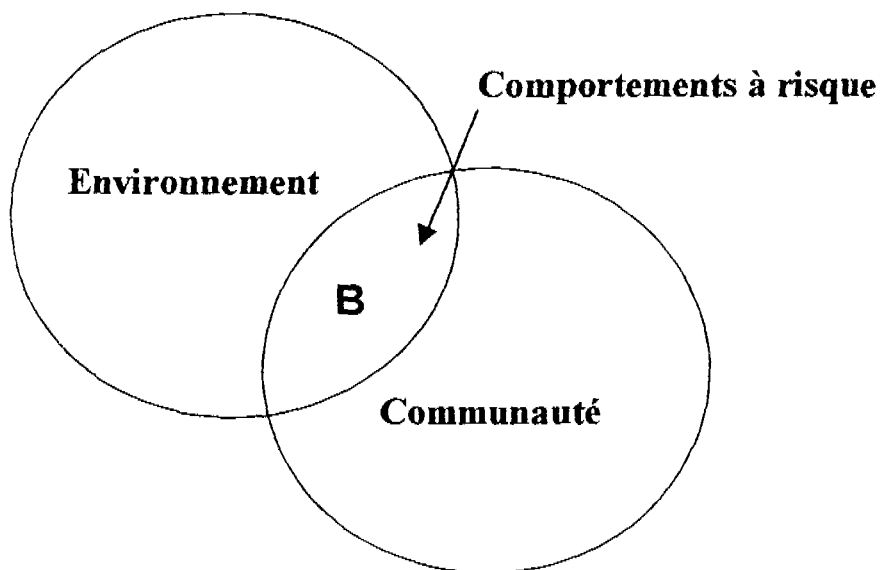
En ce qui concerne l'intersection **A**, *Environnement – Technologie* :



L'environnement va conditionner le type de technologie employée, de part la nature de la ressource en eau, en terme de qualité, de quantité et de continuité. Une modification de sa nature peut remettre en cause le choix technologique

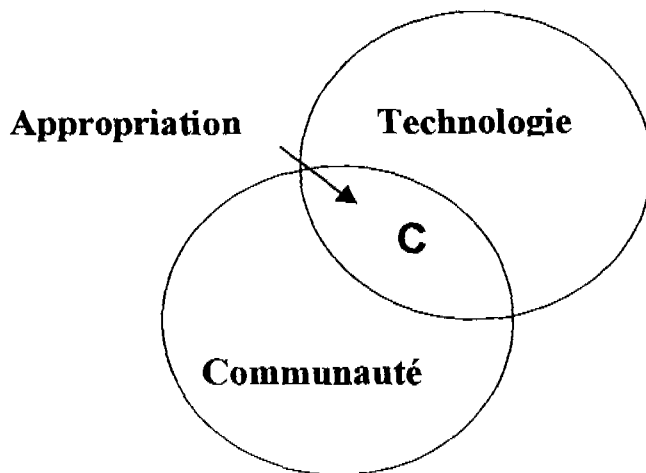
initiale, et donc représenter un risque et peser lourdement sur la durabilité du système en cause.

En ce qui concerne l'intersection **B**, *Environnement – Communauté* :



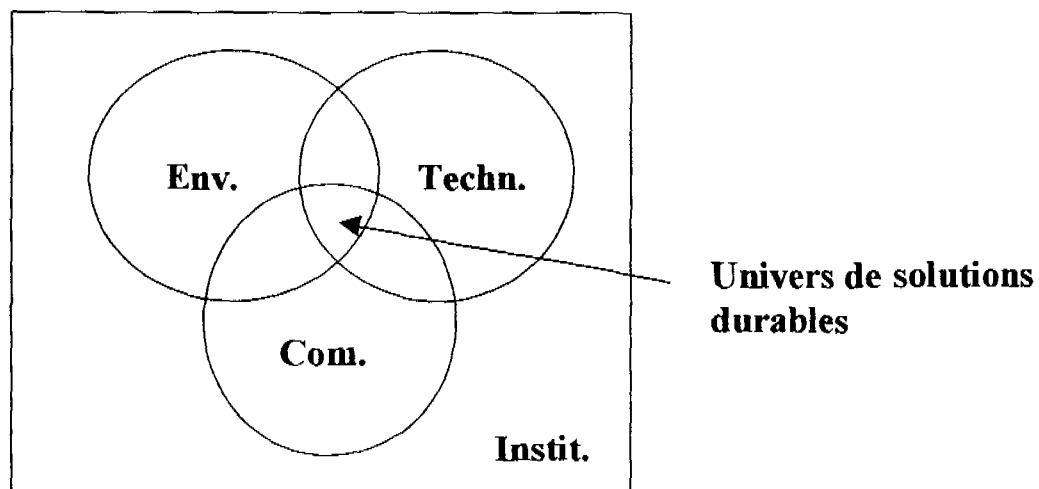
La communauté de part son comportement individuel ou collectif en terme d'hygiène, d'évacuation des eaux usées, de protection et de gestion de la ressource eau peut représenter un risque pour l'environnement, et donc sur la durabilité de la ressource.

En ce qui concerne l'intersection **C**, *Communauté – Technologie* :



La relation entre la communauté comprend tous les aspects liés à son acceptabilité, au savoir – faire technique de la communauté, mais surtout du sentiment de propriété que la communauté a envers la technologie. Le sentiment d'appropriation, la responsabilité, sont des éléments fondamentaux de la durabilité d'un système AEPA.

En conclusion sur ce modèle, on peut dire que l'univers de solutions durables est l'intersection de tous ces ensembles, qui est une représentation abstraite. Cette représentation cependant montre la nécessité de l'intégration de tous les facteurs afin d'arriver à la durabilité.



4.2.3 Processus qui contribuent à la durabilité

Les processus diffèrent des facteurs dans la mesure où ils considèrent une approche et une façon de travailler. Le développement et la consolidation des facteurs à eux seuls, en effet, ne suffisent pas à atteindre la durabilité. Aujourd'hui, on réalise que les processus ont aussi leur rôle à jouer., dont voici les principaux :

- **Demande des communautés** pour l'amélioration du service «eau et assainissement ». Cette demande est l'expression d'un engagement, une façon de responsabiliser les communautés dans leur choix et leurs futures tâches. Cependant, la demande a parfois besoin d'être promue, puisque les communautés ne sont pas toujours conscientes de tous les choix dont ils disposent et des conséquences que chacun implique. L'expression concrète de cette demande varie d'un projet à l'autre, mais peut être matérialisée par la contribution financière des populations aux investissements de base ou à la contribution en nature (travail, fourniture de matériaux locaux), sollicitation écrite d'un groupe communautaire organisé.
- **Participation des communautés** dans tout le cycle du projet. Ceci est essentiel, puisque c'est un moyen de motiver, de responsabiliser et de former les communautés à leur nouvelles tâches, ainsi que d'adapter un système AEPA aux réels capacités locales.
- **Gestion communautaire** et responsabilités partagées entre communautés et municipalités. Ceci implique une négociation et un

accord entre les autorités locales et les communautés par un partage de compétences et de responsabilités, notamment en ce qui concerne les aspects financiers.

- *Participation du secteur privé* (formel et informel) et partenariat public / privé. Le développement AEPA va de paire avec le développement économique local et l'utilisation du potentiel / expertise local et privée.
- *Décentralisation* et transfert de responsabilités et ressources au niveau local. La tendance actuelle dans la plupart des PVD est de conférer aux municipalités la responsabilité de la gestion de services publics. Libres à elles de trouver la meilleure formule adaptée aux conditions locales.
- *Renforcement des capacités des institutions* à tous les niveaux, en particulier en ce qui concerne les aspects liés au suivi .
- *Communication* entre tous les acteurs. La réalité des PVD est que le secteur de l'eau et de l'assainissement est partagé entre plusieurs ministères. Ceci nécessite une bonne communication entre les différentes institutions. Cette communication a très sérieusement besoin d'être améliorée également en ce qui concerne les relations entre le pouvoir central et le niveau local.

- *Intégration des aspects techniques et sociaux*, lors de la planification.

La plupart de la planification se fait sur des bases techniques ; la durabilité implique que les aspects sociaux soient intégrés aux aspects techniques.

- *Lien entre eau, assainissement et hygiène* ; ceci apparaît peut-être comme primordial, mais en réalité, ce lien reste bien théorique, l'assainissement étant relégué à une seconde position.

4.2.4 Le cas de l'assainissement

De nombreux projets visant l'amélioration du service « assainissement » se sont retrouvés sans succès, principalement parce que les projets avaient été préparés en dehors de la participation des communautés ou bien que les équipements (latrines) avaient déjà été choisis au préalable par le projet. Afin de contribuer à la durabilité des projets d'assainissement en particulier dans les zones rurales, il est conseillé de suivre quelques étapes préalablement au choix technologique :

- a. Evaluation participative des problèmes (avec les communautés), liés au système actuel de dépôt des fèces humains, des déchets et des pratiques d'hygiène.
- b. Conscientisation des bénéfices liés à de bonnes pratiques liées au dépôt des fèces humains, des déchets et des pratiques d'hygiène.
- c. Identification des préférences locales et possibles variations, et des capacités techniques et matérielles locales, et identification d'options possibles

- d. Discussion avec les communautés sur les options possibles avec information sur les conséquences en terme financier et de responsabilité de maintenance.
- e. Choix et demande des communautés.

4.2.5 Définition d'un service AEPA durable

Un service AEPA est durable lorsque :

- ☛ il fonctionne et est utilisé d'une façon régulière,
- ☛ il est capable de délivrer un niveau approprié de bénéfices,
(qualité, quantité, continuité, accessibilité, confort, équité et santé)
- ☛ sans affecter négativement l'environnement,
- ☛ sur une période de temps prolongée ;
(allant bien au-delà de la durée de vie de l'équipement, car l'horizon temps est le service et non l'équipement)
- ☛ sa gestion est organisée et institutionnalisée ;
(gestion communautaire avec parité hommes – femmes ; partenariat avec autorités locales ; implication du secteur privé)
- ☛ ses coûts de gestion et de maintenance sont couverts au niveau local ;
(au travers de systèmes tarifaires et/ou accès à d'autres mécanismes financiers)
- ☛ avec un support externe limité et viable.
(assistance technique, formation et suivi)

4.3 Quelles perspectives pour l'avenir ?

Quelques données telles que la croissance de la population galopante dans les PVD, la tendance généralisée à l'urbanisation, la désertification et la déforestation menaçantes sont de nature à peser sur l'avenir des AEPA dans les zones rurales, sans compter les innombrables conflits qui subsistent encore dans de nombreuses régions du monde.

En ce qui concerne les aspects techniques, bien que la quantité de l'eau reste un problème pour de nombreuses populations, sa qualité l'est également si ce n'est davantage.

4.3.1 La pompe à corde

Du point de vue de la quantité, on peut dire que les populations villageoises dispersées sont bien souvent limitées dans leur choix ; les options techniques varient entre le puits amélioré et la pompe à main, ce qui est une grande différence en terme d'organisation, de capacité technique et de viabilité financière. Sans remettre en cause ni l'une ni l'autre, il serait judicieux de proposer aux communautés une option intermédiaire, telle que la pompe à corde (voir premier chapitre). En effet, la pompe à corde représente une alternative bon marché, simple à construire et à réparer, remplacer, qui est maintenant utilisée dans quasiment toutes les zones rurales du Nicaragua³⁹. Les quantités d'eau fournies

³⁹ Référence, Brikké and al. Nicaraguan Experiences with the rope pump. Evaluation report. IRC (1995)

par ces pompes, utilisées au niveau de la famille arrive à 6m³/jour, à une profondeur de 7 mètres. A 10m, le débit est de 0.15l/s et à 60M de 0.15l/s. la puissance nécessaire à pomper l'eau varie entre 24 et 86 watt.

Le tableau suivant compare différents types de pompe utilisées au Nicaragua.

Caractéristiques	Pompe à corde	Pompe Maya	Pompe Afridev	Pompe Mark II	Pompe Dempster
Nombre de pompes installées	6500	10	50	30	60
Prix de la pompe en \$US (1995)	70	100	375	475	700
Profondeur maximum	50	15	50	>60	35
Manufacture locale	oui	non	non	non	non
Facilité de fonctionnement	•••••	•••••	••••	••••	•••
Facilité de maintenance	•••••	•••	•••	••	••
Potentiel de corrosion	•	••	•••	••••	••••
Durée de vie des pièces	••	•••••	••••	•••••	•

Légende :

• : faible ; •• : modéré ; ••• : moyen ; •••• : significatif ; ••••• : très significatif.

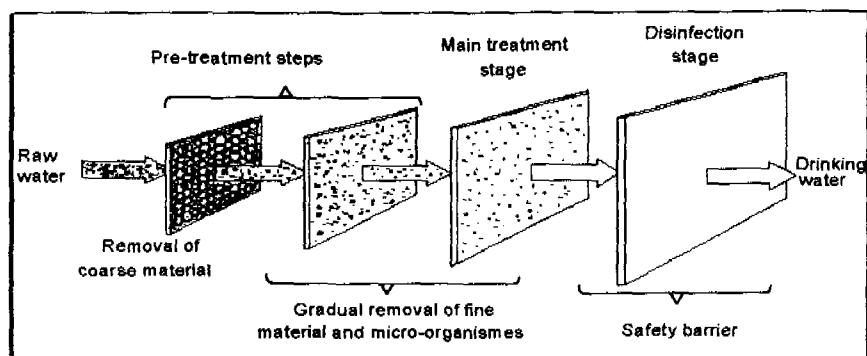
L'évaluation faite en 1995 de la pompe à corde, a révélé qu'elle est fiable. Tous les modèles observés lors de l'évaluation fonctionnaient, bien que certaines soient vétustes. Le rendement volumétrique (volumetric efficiency) est approximativement de 80%. La pompe est une bonne alternative aux autres pompes pour l'usage domestique, cependant pour l'usage collectif, ceci dépendra du comportement des usagers. La durée de vie est au maximum de 12 ans, mais plus fréquemment de 8 ans. La pompe a besoin d'une maintenance fréquente, mais à chaque fois simple ; lors de l'évaluation, il a été toujours aisé de trouver une personne qui savait comment la réparer. Il est possible de combiner la pompe à corde avec une éolienne. Les contraintes majeures qu'on lui reproche sont que la pompe présente des éléments qui sont exposés à l'air ambiant, donc susceptibles d'être contaminés (ceci peut être partiellement remédié par la construction d'un

coffre en bois qui couvre la roue. Une autre contrainte est liée à la qualité de la fabrication ; en effet, certains modèles sont fragiles du fait de la qualité des matériaux choisis.

4.3.2 Filtration à étapes multiples

Comme nous l'avons cité précédemment, un des défis majeurs à relever est celui de la qualité de l'eau. Mis à part les aspects purement liés aux comportements individuels et collectifs des communautés en matière de protection des sources et de stockage de l'eau, on a pu voir que la chloration de l'eau est loin d'être une pratique totalement durable dans la réalité. Tout en essayant d'améliorer la disponibilité des produits chimiques et la réduction des coûts, il est intéressant de faire part des expériences de CINARA (Instituto de Investigación y de Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del recurso Hídrico) du Département de génie sanitaire de l'Université de Cali en Colombie.

CINARA expérimente depuis plus de quinze années un procédé de traitement de l'eau qui s'est avéré efficace dans les zones andines et facile du point de vue de la maintenance. Ce procédé FEM (Filtration à Etapes Multiples) consiste à combiner plusieurs étapes de traitement : 1) un pré-traitement avec des filtres bruts ; 2) un traitement avec une filtration lente sur sable ; 3) une barrière finale de désinfection.



Source : TP 34, IRC (1996)

La FEM peut consister en deux ou trois étapes de filtration, ce ci dépendant du niveau de contamination de la source. Une option est de comprendre deux pré-filtres de pré-traitement, un filtre de traitement et une barrière de sécurité.

Le premier filtre comprend une couche peu profonde de gravier fin dans sa partie supérieure et une couche de gros gravier vers le bas. Le deuxième filtre de pré-traitement, peut être ascendant, descendant ou horizontal. Des tests ont montré de très bons résultats avec les filtres ascendants. Le filtre ascendant est composé de couches successives de graviers de grande à petite dimension au fur et à mesure que l'on remonte vers le haut. L'étape de filtre lent sur sable est déjà vue dans le premier chapitre ainsi que la chloration par doseur. Le tableau ci-après résume les conclusions sur le système de traitement FEM.

Thème	Commentaires sur le système FEM
Qualité de l'eau traitée	C'est une bonne alternative pour améliorer la qualité physique, chimique et bactériologique de l'eau.
Facilité de construction	La conception relativement simple et la possibilité d'utiliser des matériaux locaux fait de la FEM un système facile à construire.
Coût de Construction	La construction avec des matériaux locaux et la main d'œuvre locale réduit les coûts.
Facilité d'exploitation et de maintenance	Après une brève période de formation, des opérateurs locaux sans une formation de haut niveau peuvent opérer et maintenir le système.

Coût de l'exploitation et de la maintenance	Ces coûts et les besoins en énergie électrique et en produits chimiques sont minimaux, comparés aux autres systèmes de traitement
Fiabilité	Faible risque de problèmes mécaniques ; risques principalement dus au colmatage des filtres, qui peuvent être prévus en cas de fortes variations dans la qualité de l'eau.
Nettoyage	Le processus de nettoyage est simple mais laborieux, cependant peu coûteux.
Surface requise	Comparable à l'espace occupé par un système de filtration rapide, en tenant compte aussi des espaces de dépôt.

Source : TP 34, IRC

4.3.3 Quelle technologie pour le futur ?

Une dernière remarque sur la technologie qui mérite d'être mentionnée. Il ne faut pas oublier que la tendance du développement social et humain est vers l'urbanisation. Même s'il ne s'agit pas de villes, on peut parler de gros bourgs, de petits centres urbains, de centres secondaires, qui déjà présentent les caractéristiques d'une ville. Ces centres sont caractérisés par la présence de noyaux d'habitations à haute densité, entourés d'habitations éparpillées de type villageois, où se juxtaposent la proximité de deux systèmes, l'un de type urbain avec une adduction d'eau, l'autre de type villageois, avec des pompes à motricité humaine. Mais, à long terme, que se passe-t-il ? Le développement de type urbain devient (non sans mal) celui qui peu à peu sera dominant (c'est ce qui se passe dans les zones rurales de l'Amérique du Sud). Du point de vue, de la technologie, les adductions d'eau et les systèmes d'évacuation des eaux usées par petits systèmes d'égouts, seront les systèmes du futur.

Toujours dans le même contexte, force est de constater que l'être humain est caractérisé par son désir de plus grand confort, de commodité et de proximité. Lors de son discours de clôture de l'Atelier Régional sur la maintenance des

AEPA qui s'est déroulé à Harare, en novembre 1993, Mme la Secrétaire du Ministère de la Santé a dit les mots suivants devant un parterre de professionnels du secteur de 12 pays de la région :

« Si les hommes, plutôt que les femmes, avaient à porter les seaux d'eau sur la tête quatre à six fois par jour et à parcourir des distances à pied pour chercher de l'eau, il y a longtemps que nos habitations seraient équipées de robinets »...

Le durabilité des systèmes d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement dans les zones rurales des pays en voie de développement, commencerait-elle par une prise de conscience ... des hommes ?

Bibliographie

Cette bibliographie extensive a été développée par l'auteur, non seulement pour ce rapport mais également pour les diverses recherches qui ont abouti aux résultats présentés dans ce rapport.

Acra, A.; Jurdi, M.; Mu'Allem, H.; Karahagopian, Y.; Raffoul, Z. (1990). *Water disinfection by solar radiation: assessment and application*. (Technical study / IDRC; 66c). Ottawa, Ont., Canada, International Development Research Centre.

Acra, Aftim; Raffoul, Zeina; Karahagopian, Yester (1984). *Solar disinfection of drinking water and oral rehydration solutions: guidelines for household application in developing countries*. Beirut, Lebanon, Illustrated Publications.

Acrema Tahoua (1988 [?]). *Volanta: pièces de rechange: cahier d'entretien*. Tahoua, Burkina Faso, Acrema Tahoua.

An Foras Forbartha, Electricity Supply Board and Alternative Energy Committee (1981 [?]). *The development of small scale hydro-schemes*. Dublin, Ireland, Department of Industry and Energy.

Anglade, Alain; Gay, Bernard; Loewe, Peter; Sarda, Jacques (1985). *Les énergies de pompage: approvisionnement en eau et énergies renouvelables*. (Dossier technologies et développement). Verberie, France, Institut Technologique Dello.

Arlosoroff, Saul et al. (1987). *Community water supply: the handpump option*. Washington, DC, USA, World Bank.

Bakalian, Alexander; Wright, Albert; Otis, Richard; Azevedo Netto, Jose de (1994). *Simplified sewerage: design guidelines*. (Water and sanitation report; no. 7). Washington, DC, USA, UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, World Bank.

Bakhteari, Quratul Ain; Wegelin-Schuringa, Madeleen (1992). *From sanitation to development: the case of the Baldia soakpit pilot project*. (Technical paper series / IRC; no. 31). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Banque Inter Américaine du Développement (1996) *Reforma y Modernización de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento para Centro America, Haiti, Mexico y Latino America*. Informe de la Conferencia San Pedro de Sula, Honduras, 29 de septiembre al 1° de octubre de 1996. Washington, D.C., USA.

Banque Mondiale (1993). *Environmental Economics and Sustainable Development*. World Bank Environment Paper N.3. Washington, D.C., USA.

Banque Mondiale (1994) *Gestion des Ressources en Eau*. Document de politique générale. Washington, D.C., USA

Barry, Mohamed A. (1990a). *Rapport d'activité sur les expérimentations de pompes à motricité humaine en hydraulique villageoise*. (Serie hydraulique villageoise). Ouagadougou, Burkina Faso, Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques.

Barry, Mohamed (1990b). 'Evaluation de trente hydropompes Vergnet dans la province Yatenga (Burkina Faso)'. In: *Bulletin de Liaison du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques*, no. 79, p. 29-33.

Bastemeyer, Teun and Visscher, Jan Teun (1987). *Maintenance systems for rural water supplies*. (Occasional paper series / IRC; no. 8). The Hague, Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Baumann, Erich (1993a). *Performance evaluation of handpumps used in UNICEF projects*. Draft. St Gallen, Switzerland, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management.

Baumann, Erich (1993b). *Choice of technology: a paper prepared for a CWS project in Ghana*. St. Gallen, Switzerland, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management.

Besselink, Jos (1990). *Problèmes techniques de la pompe Volanta a Dosso, Niger: inventarisation et analyse, causes et remèdes: rapport de la mission d'appui au PHV/DDH-Dosso Niger du 6.05.90 au 8.07.90*. Arnhem, The Netherlands, Interaction Design.

Besselink, Jos and Wilgenburg, Ferry van (1992). *Small scale drinking water supply systems for deep wells: two desk studies of aspects of deepwell handpumps and alternative small scale mechanical drinking water supply systems*. The Hague, The Netherlands, Section for Research and Technology, Directorate-General for Development Cooperation, Ministry of Foreign Affairs.

Blair Research Laboratory (1988). *Bucket pump manual for field workers*. Harare, Zimbabwe, Blair Research Laboratory.

Blair Research Laboratory (1991). *The Zimbabwe Bush pump: a manual for the installation, dismantling and maintenance of the "B" type Bush pump*. Harare, Zimbabwe, Blair Research Laboratory.

Boesch, Andrew and Schertenleib, Roland (1985). *Emptying on-site excreta disposal systems: field tests with mechanized equipment in Gaborone (Botswana)*. (IRCWD-Report); no. 03/85). Duebendorf, Switzerland, International Reference Centre For Waste Disposal.

Boesveld, Mary (1988). *The Public Standpost Water Supplies Project in Indonesia: an overview with special emphasis on the methodology applied at the local demonstration schemes*. Bandung, Indonesia, Institute of Human Settlements.

Brand, Anthony and Bradford, Bonnie (1991). *Rainwater harvesting and water use in the barrios of Tegucigalpa*. Tegucigalpa, Honduras, UNICEF.

Bridger, G.A. (1988). *Rural water supply*. (Design manual; no. DI). Ratmalana, Sri Lanka, National Water Supply and Drainage Board.

Brikké, F. (1993) *Mission de formulation sur l'équipement en système d'AEP des centres secondaires au Burkina Faso, avec les études de cas de Boussé, Toma et de Bittou*. Rapport Final. Ministère de l'Eau du Burkina Faso.

Brikké, François (1994). *Training Course package in management of operation and maintenance of rural water supply and sanitation*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre, and Geneva, Switzerland, Operation and Maintenance Working Group.

Brikké, F. (1994) *Operation and Maintenance of Rural and Urban Water Supply Systems*. A Workshop report in support of the AFRICA 2000 Initiative. World Health Organization. Regional Office for Africa, Brazzaville, Congo.

Brikké, F. and Davis, J. (1995). *Making your water supply work*, IRC publication Occasional Paper N.29. IRC, The Hague, The Netherlands

Brikké, F. (1995) *Atelier Sous Régional sur le fonctionnement et la maintenance des systèmes d'approvisionnement en eau potable et assainissement*. Rapport final. Organisation Mondiale de la Santé. Bureau Régional de l'Afrique. Brazzaville, Congo.

Brikké F and Tchaptché, C.(1995). *Le micro-crédit pour l'eau et l'assainissement*, IRC publication Occasional Paper N.28

Brikké, F. (1996) *Operation, Maintenance and Management of Rural Water Supply and sanitation Systems*. A State of the Art Document prepared for the National Workshop on Operation, Maintenance and Management of Water Supply and Sanitation Systems, in New Delhi, India.

Brikké, F. et al. (1997) *Linking Technology choice with Operation and Maintenance, for low-cost water supply and sanitation*, OMS/IRC

Brikké, F. (1997) *Opération et maintenance des systèmes d'approvisionnement en eau rurale et assainissement au Vietnam*. Rapport de mission. OMS. Bureau Régional de Manille.

Brikké, F. ; Visscher, JT. ; Ankersmit, W. (1998) *Towards Water and sanitation as Sustainable basic Social Services for All* », background paper presented at the Harare Expert Group Meeting on Strategic Approaches to Fresh water Management.

Brikké, F. (1998) *Modernisation du secteur eau potable et assainissement dans les zones rurales du Mexique*. Rapport de l'expertise, sur financement de Banque Inter Américaine du Développement. Washington. USA.

Brikké, F. (1999) *Towards sustainable cost recovery in community managed water supply*. Draft IRC Occasional paper. La Haye

Brikké, F. (1999) *Management of Operation and maintenance in Rural Drinking Water Supply and Sanitation – A Training package for managers*. Version révisée. IRC et Organisation Mondiale de la Santé. Genève. Suisse.

Brikké, F. (1999) *Cadre conceptuel pour la durabilité des systèmes d'approvisionnement en eau potable et assainissement*. Communication établie dans le cadre de l'Atelier National sur la gestion et la maintenance des systèmes AEPA du Bénin. Bohicon, du 18 au 21 mai 1999.

Brikké, F. (1999) *La problématique de la décentralisation dans le secteur eau et assainissement, avec un accent particulier sur la gestion des petites adductions rurales*. Communication établie dans le cadre de l'Atelier National sur la gestion et la maintenance des systèmes AEPA du Bénin. Bohicon, du 18 au 21 mai 1999.

Brush, Richard E. (1979). *Wells construction: hand dug and hand drilled*. (Appropriate technologies for development). Washington, DC, USA, Peace Corps.

Cairncross, Sandy and Feachem, Richard G. (1993). *Environmental health engineering in the tropics: an introductory text*. 2nd ed. . Chichester, UK, Wiley.

Carlsson, Bengt and Drake, Ellen (1990). *Handbook for village water supply operators*. Gaborone, Botswana, Unified Local Government Service, Ministry of Local Government and Lands Centre.

Carty, Dermot (1990). 'Water-well bucket protection in Zambia. In: *Waterlines*, vol. 8, no. 4, p. 26-28.

Castilla Ruiz, Antonio and Galvis Castano, Gerardo (1993). *Bombas y estaciones de bombeo*. Cali, Colombia, CINARA.

Chimbunde, E. and Mtero, S. (1991). 'Zimbabwe's upgraded well programme'. In: Pickford, John. *Infrastructure, environment, water and people: proceedings of the 17th WEDC Conference, United Nations Centre for Human Settlements (Habitat), Nairobi, Kenya, 19-23 August 1991*. Loughborough, UK, Water, Engineering and Development Centre (WEDC) , Loughborough University of Technology. p. 111-113.

CIEH et Fondation de l'Eau (1990). *Les pompes à motricité humaine: principes, critères de choix, fiches de produits*. (Les cahiers techniques; no. 13). Limoges. France, Fondation de l'Eau.

CIEH et BURGEAP (1991). *Etude du vieillissement des forages d'hydraulique villageoise et semi-urbaine en zone de socle cristallin*. (Série hydrogéologie). Ouagadougou, Burkina Faso, Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques.

Coopération suisse (1991). *Viabilité des projets de développement – Fondements et applications possibles*. Berne, Suisse. Direction de la Coopération au Développement et de l'Aide Humanitaire.

Cotton, Andrew et al. (1993). *Development of tools for the assessment of operation and maintenance status of water supplies in lesser and least developing countries*. Draft. Geneva, Switzerland, World Health Organization.

Cotton, Andrew and Jansens, Jan (1994). *Tools for the assessment of operation and maintenance status of urban and rural water supply and sanitation*. Geneva, Switzerland, Operation and Maintenance Working Group.

Craun, Gunther F. (1993). *Safety of water disinfection: balancing chemical and microbial risks*. Washington, DC, USA, ILSI Press.

Cumberlege, Oliver R. and Kiongo, John M. (1994). A community approach to building rainwater cisterns. In: Bambrah, G.K. , Otieno, F.O. , Thomas, D.B. . *Participation in rainwater collection for low income communities and sustainable development : proceedings of the sixth International Conference on Rainwater Catchment Systems, 1-6 August, 1993*. Nairobi, Kenya, Africa Region, International Rainwater Catchment Systems Association. p. 351-357.

Dabouré ,D., Sarou D., Baro K (1998). *Les innovations testées en matière de gestion des infrastructures hydrauliques dans le Sud-Ouest du Burkina Faso*. Ouagadougou. Burkina Faso.

Dahi, Eli (1990). *Environmental engineering in developing countries: a textbook*. Lyngby, Denmark, Polyteknisk Forlag.

Debris, T. et Collignon, B. (1994). *Entrepreneurs puisatiers du Sahel: la promotion des artisans et des petites entreprises du secteur hydraulique*. Paris, France. Association Française des Volontaires du Progrès, Ministère de la Coopération.

Derrick, Anthony; Francis, Catherine and Bokalders, Varis (1991). *Solar photovoltaic products: a guide for development workers*. Rev.ed.. London, Intermediate Technology Publications.

Diluca, C. (1983). *L'hydraulique villageoise dans les pays membres du CILSS: conditions d'utilisation et d'entretien des moyens d'exhaure*. Ouagadougou, Comite Interfricain d'etudes hydrauliques.

Ellis, K.V. (1991). 'Water disinfection: a review with some consideration of the requirements of the Third World'. In: *Critical Reviews in Environmental Control*, vol. 20, no.5/6, p. 341-407.

Erskine, John M. (1991). 'Rain water harvesting systems in Southern Africa. In: *Show-Chyuan Chu. Rainwater catchment for future generations: proceedings of the 5th International Conference in Rain Water Cistern Systems, Keelung*.

Taiwan, 4-10 August 1991. Keelung, Taiwan, National Taiwan Ocean University. p. 574-585.

Farley, M. (1995). *Training course package on leakage control*. Geneva, Switzerland, Operation and Maintenance Working Group.

Fernando, Vijita and De Mel, J. Henry (1991). *Non-government organisations (NGOs) in Sri Lanka: an introduction*. Colombo, Sri Lanka, NGO Water Supply and Sanitation Decade Service.

Fondation de l'Eau (1989). *La chloration des eaux: principe, exploitation et maintenance des installations*. (Les cahiers techniques; no. 10). Limoges, France, SEDA.

Fondation de l'Eau (1985). *Les pompes centrifuges: entretien et maintenance*. (Les cahiers technique; no. 1). Limoges, Fondation de l'Eau.

Fonseka, Joe and Baumann, Erich (1994). *Evaluation of maintenance systems in Ghana*. St. Gallen, Switzerland, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management (SKAT).

Fraenkel, Peter (1986). *Water-pumping devices: a handbook for users and choosers*. London, UK, Intermediate Technology Publications.

Franceys, Richard (1986). *12th WEDC Conference: water and sanitation at Mid-Decade*. Loughborough, UK, Water, Engineering and Development Loughborough University of Technology (WEDC).

Franceys, R.; Pickford, J. and Reed, R. (1992). *A guide to the development of on-site sanitation*. Geneva, Switzerland, World Health Organization.

Galvis, Gerardo et al. (1993). *Pre-treatment alternatives for drinking water supply systems: selection, design, operation and maintenance*. (Occasional paper series ; no. 22). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Garvey, Gerry, Kiros Gebrehiwet and Yegletu, Almaz (1991). 'Hand dug wells: field experience from Ethiopia. In: Pickford, John. *Infrastructure, environment, water and people: proceedings of the 17th WEDC Conference, United Nations Centre for Human Settlements (Habitat), Nairobi, Kenya, 19-23 August 1991*. Loughborough, UK, Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University of Technology. p. 181-184.

Goetsch, Otto (1989a). *Evaluation of water supply systems, constructed from 1964 to 1989*. Yaounde, Cameroon, CD/Helvetas.

Goetsch, Otto (1989b). *Evaluation of water points and wells, constructed from 1964 to 1989*. Yaounde, Cameroon, CD/Helvetas.

Gould, John E. (1991). *Rainwater catchment systems for household water supply*. (Environmental sanitation reviews ; no. 32). Bangkok, Thailand, Environmental Sanitation Information Center, Asian Institute of Technology.

Graham, N.J.D. (1988). *Slow sand filtration: recent developments in water treatment technology*. (Ellis Horwood series in water and wastewater technology) . Chichester, United Kingdom, Ellis Horwood.

Groundwater Survey (Kenya) (1989). *Inventory of well siting methods: final report*. Rev.ed. (Well siting for low-cost water supplies; vol. 1). Nairobi, Kenya, Groundwater Survey.

Hailu, Sahle (1988). *Applicability of small bore gravity sewers in Addis Ababa, Ethiopia*. (Publication series B / Tampere University of Technology; No. 31). Tampere, Finland, Tampere University of Technology.

Harris, Dennis (1992). *Disinfection for rural community water supply systems in developing countries*. (Technical note / WASH). Arlington, VA, USA, Water and Sanitation for Health Project.

Harvey, Adam et al. (1993). *Micro-hydro design manuals: a guide to small-scale water power schemes*. London, UK, IT Publications.

Hasse, Rolf (1989). *Rainwater reservoirs above ground structures for roof catchment : most common rainwater tanks in comparison and construction manual*. Braunschweig, Germany, Vieweg.

Hemert, Bernard van et al. (1992). *The rope pump: the challenge of popular technology*. Juigalpa, Nicaragua, Dirección de Acueductos Rurales.

Hodgkin, Jonathan et al. (1991). *Meeting rural pumping needs in Sudan: an analysis of pumping system choice (diesel, wind, or solar)*. Burlington, VT, USA, Associates in Rural Development.

Hofkes, E.H. (1983a). *Handpump maintenance: guidelines for organising handpump maintenance systems*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Hofkes, E. et al. (1983b). *Small community water supplies: technology of small water supply systems in developing countries*. Enlarged ed. (Technical paper series ; no. 18). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Hofkes, E.H. and Visscher, J.T. (1986). *Renewable energy sources for rural water supply*. (Technical paper series ; no. 23). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Inversin, Allen R. (1986). *Micro-hydropower sourcebook: a practical guide to design and implementation in developing countries*. Washington, DC, NRECA International Foundation.

Visscher, J.T. and Veenstra, S. (1990). *Slow sand filtration: guide for training of caretakers*. (Training series ; no. 6). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

ICWE (1992) *The Dublin Statement*. Dublin, Ireland.

IRC (1982). *Rural water supply development: the Buba-Tombali water project: 1978-1981*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

IRC and DGIS (1986). *Pompe à main Volanta: instructions d'entretien*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

IRC and IDRC (1988). *Handpumps: issues and concepts in rural water supply programmes*. (Technical paper series ; no. 25). The Hague, Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

IRC (1996). *En la búsqueda de un mejor nivel de servicio. Evaluación participativa de 40 sistemas de Agua y Saneamiento en la Republica del Ecuador*. Serie de Documentos Ocasionales N°30. The Hague. The Netherlands. IRC.

IRC (1997) *Multi-stage filtration : an innovative water treatment technology*. Technical paper N.34. The Hague. The Netherlands. IRC

Isely, Raymond B. (1983). *Evaluation of health and social benefits of springs capped for irrigation, further adapted for domestic use in central Tunisia*. (WASH field report); no. 84). Arlington, VA, Water and Sanitation for Health Project.

Jain, V.K. (1996) *Rural Water Supply and Operation and Maintenance Systems in Madya Pradesh*. Atelier National sur la Minatenance. New Delhi. Inde.

Jordan, Thomas D. (1984). *A handbook of gravity-flow water systems for small communities*. London, United Kingdom, Intermediate Technology Publications.

Jordan, James K.; Buijs, Peter and Wyatt, Alan S. (1986). *Assessment of the operations and maintenance component of water supply projects*. (Wash technical report) ; no. 35). Arlington, VA, Water and Sanitation for Health Project.

Kaplan, O. Benjamin (1991). *Septic systems handbook*. 2nd ed. Chelsea, MI, USA, Lewis.

Kern, Charles (1989). *Community water development*. London, UK, Intermediate Technology Publications.

Korput, Jeanet van de and Langendijk, Michael (1993). *Issue paper 3: the pour flush latrine for guests only?: a sociocultural perspective on the pour flush latrine in Chitral*. Gilgit, Pakistan, Aga Khan Health Service.

- Kurian, Thomas; El Mowaffi, Sayeed and Mullick, M.A. (1984). *Installation, operation and maintenance manual for vertical turbine pumps, submersible pumps, horizontal pumps, and diesel engines*. Sanaa, Yemen Arab Republic, Rural Water Supply Department.
- KWAHO (1988). *The Afridev handpump: scheduled maintenance; no. 1*. Nairobi, Kenya, KWAHO.
- Lambert, Robert (1990). *How to make a rope-and-washer pump*. London, UK, Intermediate Technology Publications.
- Lancashire, Sarah; Kenna, Jeff and Fraenkel, Peter (1987). *Windpumping handbook*. London, UK, Intermediate Technology Publications.
- Lauterjung, Helmut and Schmidt, Gangolf (1989). *Planning of intake structures*. Braunschweig, Fed. Rep. of Germany, Vieweg.
- Laver, Sue (1985 [?]). *Handbook for the protection of village water supplies in Zimbabwe*. Harare, Zimbabwe, University of Zimbabwe.
- Laver, Sue (1986a). *Raising water with different pumps: the Zimbabwe bucket pump*. (Pump handout; no. 1). Harare, Zimbabwe, Blair Research Laboratory.
- Laver, Sue (1986b). *Raising water with different pumps: the Zimbabwe Blair pump*. (Pump handout; no. 2). Harare, Zimbabwe, Blair Research Laboratory.
- Lee, M.D. and Bastemeijer, T.F. (1991). *Drinking water source protection: a review of environmental factors affecting community water supplies*. (Occasional paper series ; no. 15). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Lee, Michael D. and Visscher, Jan Teun (1992). *Water harvesting: a guide for planners and project managers*. (Technical paper series ; no. 30). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Lee, M.D. and Visscher, J.T. (1990). *Water harvesting in five African countries*. (Occasional paper series ; no. 14). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Lovejoy, Derek (1985). 'Technical note on comparative costs of solar, wind and diesel pumping at village sites in Nigeria and Somalia. In: *Natural Resources Forum*, vol. 9, no. 1, p. 77-80.
- Manus Coffey Associates (Dublin, IE) (1994). *Proposal for low cost mechanised latrine emptying system*. Dublin, Ireland, Manus Coffey Associates.
- Mara, D. Duncan (1984). *The design of ventilated improved pit latrines*. (TAG technical note; no. 13). Washington, DC, World Bank.

Marseille, Marian et al. (1989). *Qualidade de água e uso de água, e situação de diarrea, na aldeia de Macharote, distrito de Dondo*. Beira, Mozambique, Centro Regional de Higiene Ambiental (CRHA), Direcção Provincial de Saúde de Sofala.

Mayo, A.W. (1991). Experience in rainwater harvesting in Tanzania. In: *Show-Chyuan Chu. Rainwater catchment for future generations : proceedings of the 5th International Conference in Rain Water Cistern Systems, Keelung, Taiwan, 4-10 August 1991*. Keelung, Taiwan, National Taiwan Ocean University. p. 535-546.

McGowan, R. and Ashworth, J. (1984). *Comparative testing for water pumping systems installed in Botswana: general research methodology and specific field implementation instructions*. Burlington, VT, Rural Development Inc.

McGowan, Richard and Hodgkin, Jonathan (1992). *Pump selection: a field guide for energy efficient and cost effective water pumping systems for developing countries*. rev.ed.. (WASH technical report; no. 61). Arlington, VA, USA, Water and Sanitation for Health Project.

McPherson, H.J. (1990). *Proceedings of the meeting of the Operation and Maintenance Working Group: Geneva, 19-22 June 1990*. Geneva, Switzerland, Community Water Supply and Sanitation Unit, WHO.

McPherson (1994). *Selected case studies on operation and maintenance of water supply and sanitation systems*. Geneva, Switzerland, Operation and Maintenance Working Group, WHO,

McPherson, H.J. and McGarry, M.G. (1987). 'User participation and implementation strategies in water and sanitation projects.. In: *International Journal of Water Resources Development*, vol. 3, no. 1, p. 23-30.

Meel, Joop van and Smulders, Paul (1989). *Wind pumping: a handbook*. (World Bank technical paper; no. 101) . Washington, DC, USA, World Bank.

Meter, Ueli (1990). *Hydrant information package: a selected and annotated bibliography on hydraulic ram pumps, including a list of manufacturers, a data base printout on Hydrant research and selected articles*. (Working paper; no. 1). St. Gallen, Switzerland, Skat.

Milkov, Jordan (1987). *Safe windlass shallow well: construction guide*. Monrovia, Liberia, WHO.

Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement (1990). *Programme d'hydraulique villageoise Département de Dosso: formation comités de gestion pompes Volanta - Dogon Doutchi*. Dosso, Niger, Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement.

Ministerio del Desarrollo Economico, Findeter (1998) *Servicios sostenibles de agua potable y saneamiento*. Marco Conceptual. Bogota. Colombie.

Mohamed, B. (1989). *Rapport d'activités sur les expérimentations de pompes à motricité humaine en hydraulique villageoise*. Ouagadougou, Burkina Faso, CIEH.

Morgan, Peter (1990). *Rural water supplies and sanitation*. London, UK, Macmilian.

Muller, Maria and Rijnsburger, Jaap (1994). *MAPET manual pit-latrine emptying technology project: development and pilot implementation of a neighbourhood based pit emptying service with locally manufactured handpump equipment in Dar es Salaam, Tanzania, 1998 - 1992: final report*. Gouda, The Netherlands, WASTE Consultants.

National Environmental Health Association (1979). *State of the art manual of on-site wastewater management*. Denver, Colorado, National Environmental Health Association.

Nations UNIES (1998) *Développement durable*. Rapport de la 6^{ème} Session. Conseil Economique et Social. Official Records. Supplément N°9. New York ; USA

NEDA (1998) *Politique sectorielle de la Coopération Néerlandaise*. Ministère des Affaires Etrangères. La Haye. Pays Bas.

NEERI (1987). *Report on water quality assessment: Ramanathapuram district (Tamil Nadu)*. Nagpur, India, National Environmental Engineering Research Institute.

NEERI and IRC (1989). *Slow sand filtration: phase IV final report*. Nagpur, India, National Environmental Engineering Research Institute.

Neway, A. (1992). *Solar energy in water pumping and its economics*. (Publication series B; no. 50). Tampere, Finland, Institute of Water and Environmental Engineering, Tampere University of Technology.

Nilsson, Ake (1988). *Groundwater dams for small-scale water supply*. [Rev. ed.]. London, UK, Intermediate Technology Publications.

Nyangeri, Ezekiel E.N. (1986). *Rehabilitation of hand-dug wells and protected springs in Kisil, Kenya*. (Tampere University of Technology Water Supply and Sanitation Publications; no. 29). Tampere, Finland, Tampere University of Technology.

Omwenga, John M. (1984). *Rainwater harvesting for domestic water supply in Kisil, Kenya*. (Water and sanitation publications; no. 17). Tampere, Finland, Tampere University of Technology.

Organisation Mondiale de la Santé (1983) *Procédure d'Evaluation Minimale, pour les projets d'approvisionnement en eau potable et assainissement*. Genève. Suisse. OMS

Organisation Mondiale de la Santé (1993) *Guidelines for drinking water quality*. Second Edition. Genève. Suisse. OMS

Organisation Mondiale de la Santé (1990) *Handbook of financial principles and methods*. Working Group on Cost recovery. Geneva . Switzerland. WHO

Orr, Alastair, Nazrul Islam, A.S.M. and Barnes, Cunnar (1991). *The treadle pump: manual irrigation for small farmers in Bangladesh*. Dhaka, Bangladesh, Rangpur Dinajpur Rural Service.

Otis, Richard J. and Mara, D. Duncan (1985). *The design of small bore sewer systems*. (TAG technical note; no. 14). Washington, DC, USA, World Bank.

Pacey, Arnold and Cullis, Adrian (1986). *Rainwater harvesting: the collection of rainfall and runoff in rural areas*. London, UK, Intermediate Technology Publications.

Pickford, John (1991). *Infrastructure, environment, water and people: proceedings of the 17th WEDC Conference, United Nations Centre for Human Settlement (Habitat), Nairobi, Kenya, 19-23 August 1991*. Loughborough, UK, Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University of Technology.

Pieck, C. (1985). *Catchment and storage of rainwater*. Amsterdam, The Netherlands, TOOL.

Pollak, F. ([?]). *Pump users handbook*. Surrey, England, Trade and Technical Press Ltd.

Programme Solidarité/Eau (1994) *La gestion du service de l'Eau dans les centres secondaires du Bassin du fleuve Sénégal*. Collection Etudes et Travaux. Editions du GRET. Ministère de la Coopération. Paris, France.

Rahman, M.M., O'Neill, I.C. and Lawson, J.D. (1989). 'Common effluent drainage system: an alternative in the wastewater management options for smaller communities'. In: *Asian Environment*, vol. 11, no. 2, p. 7-18.

Reynolds, John (1992). *Handpumps: toward a sustainable technology: research and development during the Water Supply and Sanitation Decade*. (Water and sanitation report; no. 5). Washington, DC, USA, Water and Sanitation Division, World Bank.

Rienstra, Kees (1990). 'Het voetpad naar de bron: de strijd voor het behoud van land en water'. In: *Internationale Samenwerking*, vol. 5, nr. 1, p. 22-23.

Roark, Philip, Hodgkin, Jonathan and Wyatt, Alan (1993). *Models of management systems for the operation and maintenance of rural water supply and sanitation facilities*. (WASH technical report; no. 71). Arlington, VA, USA, Water and Sanitation for Health Project.

Roark, P. (1992). *Management models for the operation and maintenance of rural water Supply and sanitation Facilities*. (WASH Technical Paper no. 71). Arlington, VA, USA, WASH.

Roark, Philip and Tomaro, John (1990). *Internal evaluation of USAID assistance to the rural water supply and sanitation sector in Zaire*. (WASH field report; no. 313). Arlington, VA, USA, Water and Sanitation for Health Project.

Sandiford, Peter et al. (1993). 'The Nicaraguan rope pump'. In: *Waterlines*, vol. 11, no. 3, p. 27-30.

SATEC Développement and CIEH (1985). *Établissement d'un modèle de gestion de stations de pompage sur forages motorisés*. (Serie Hydrogéologie). Ouagadougou, Burkina Faso, CIEH.

Sethaputra, Chariya (1984). *Collection and storage of roof runoff for drinking purposes: socioeconomic studies: vol. 4*. Khon Khaen, Thailand, Faculty of Education, Khon Khaen University.

Sidibé, M, Faggianelli, D. (1998) *Développement et gestion des systèmes AEP dans les centres ruraux et semi-urbains au Mali*. Bamako, Mali ; Direction de l'Hydraulique.

Skoda, John D and Reynolds, Colin (1994). "Rainwater catchment systems in South Pacific islands: experience of project implementation". In: Bambrah, G.K., Otieno, F.O., Thomas, D.B.. *Participation in rainwater collection for low income communities and sustainable development: proceedings of the sixth International Conference on Rainwater Catchment Systems, 1-6 August, 1993*. Nairobi, Kenya, Africa Region, International Rainwater Catchment Systems Association. p. 317-326.

Smet, Jo; Visscher, Jan Teun; Ginhoven, Dick van and Ankersmit, Willem (1988). *Community self-improvement in water supply and sanitation: a training and reference manual for community health workers, community development workers and other community-based workers*. (Training series ; no. 5). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Smet, J ; Evans, P. ; Boesveld, M. ; Brikké, F. (1992) *Health through Sanitation and Water. A study from a village perspective. Evaluation of the SIDA supported HESAWA Programme in the Lake regions of Tanzania*.

Tiemersma, J.J. and Heeren, N.A. (1984). *Small scale hydropower technologies: an overall view of hydropower technologies for small scale appliances*. Amsterdam, The Netherlands, TOOL/CAT.

Tiridiri, R. (1984). *Taking care of our springs: community participation in water supply and sanitation*. (Educational series; no. 1). Kampala, Uganda, Ministry of Health.

Turner, J. Howard (1987). *Small engines: operation, maintenance and repair*. Blue Ridge Summit, PA, USA, TAB Books.

UNCHS (Nairobi, KE) (1986). *The design of shallow sewer systems*. Nairobi, Kenya, United Nations Centre for Human Settlements.

UNDP/APSO (Copenhagen, DK) (1995). *Emergency relief items: compendium of generic specifications*. Draft. Copenhagen, Denmark, United Nations Development Programme / Inter-Agency Procurement Services Office.

UNEP (1983). *Rain and stormwater harvesting in rural areas: a report*. (Water resources series; vol. 5). Dublin, Ireland, Tycooly.

UNICEF (1993a [?]). *India Mark II handpump: installation and maintenance manual*. New Delhi, India, UNICEF.

UNICEF (1993b [?]). *India Mark III (VLOM) deepwell handpump: installation and maintenance manual*. New Delhi, India, UNICEF.

USAID (1982). *Evaluating rainfall catchments*. (Water for the world technical note; no. RWS.1.P.5). Washington, DC, USA, US Agency for International Development.

Verhaegh, Marc (1990). *Water the spring of life: a research on the quality of drinking-water in the Mantsonyane area*. Maastricht, The Netherlands, University of Maastricht.

Vigneswaran, S.; Bhattarai, Kiran K. and Sharma Tiwaree, Ram (1989). *Small community water supply: an illustrative manual*. Bangkok, Thailand, Asian Institute of Technology. Environmental Engineering Division.

Visscher, J.T. et al. (1987). *Slow sand filtration for community water supply: planning, design, construction, operation and maintenance*. (Technical paper series ; no. 24). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Visscher, J.T. ; Bastemeijer, T. ; Brikké, F. (1998) Technology Selection : a key to sustainable water supply. Paper presented at the international symposium on sustainable water management and technologies for small settlements. Barcelona.

Vries, E.T. de and Berkhuizen, J.C. (1989a). *Waterkracht in ontwikkelingslanden: basisrapport*. Rotterdam, The Netherlands, Institute for Communication and Advice on Energy and Environment.

Vries, E.T. de and Berkhuisen, J.C. (1989b). *Hydropower in developing countries*. Rotterdam, The Netherlands, Institute for Communication and Advice on Energy and Environment.

Waller, D.H. (1989). 'Rain water: an alternative source in developing and developed countries'. In: *Water International*, vol. 14, no. 1, p. 27-36.

VROM (1994) *Déclaration politique de mise en œuvre Agenda 21 de la CNUCED*. La Haye. Pays Bas.

Water Pollution Control Federation (Alexandria, VA, US) (1986). *Alternative sewer systems*. (Manual of practice; no. FD-12). Alexandria, VA, USA, Water Pollution Control Federation.

Water Research Centre and WHO Regional Office for Europe (1989). *Disinfection of rural and small-community water supplies: a manual for design and operation*. Medmenham, UK, Water Research Centre.

WEDC (1991). *The worth of water: technical briefs on health, water and sanitation*. London, UK, IT Publications.

Wegelin-Schuringa, Madeleen (1991). *On-site sanitation: building on local practice*. (Occasional Paper Series; 16). The Hague, The Netherlands, IRC international Water and Sanitation Centre.

Wegelin, Madeleen (1993). *Operation and maintenance of sanitation systems in urban low-income areas in India and Thailand: final report*. The Hague, The Netherlands, Directorate General for Development Cooperation, Ministry of Foreign Affairs.

White, Geo. Clifford (1986). *The handbook of chlorination*. 2nd ed. New York, NY, USA, Van Nostrand Reinhold.

WHO (1994). *Guidelines for the management of operation and maintenance of urban water supply and sanitation Systems*. Geneva, Switzerland, WHO.

Wijk-Sijbesma, Christine van (1987). *What price water? user participation in paying for community-based water supply with particular emphasis on piped systems*. (Occasional paper series ; no. 10). The Hague, IRC International Water and Sanitation Centre.

Wilson, Hakan (1988). *Costs and financing of water supply and sanitation activities*. New York, NY, USA, UNICEF Water and Environmental Sanitation Team.

Winblad, Uno and Kilama, Wen (1985). *Sanitation without water*. Rev. and enlarged ed.. (Macmillan education). Basingstoke, Hants, United Kingdom [etc.], Macmillan.

Winden, John van (1990). *Rural mechanics course. 3: Maintenance and repair of stationary diesel engines*. Amsterdam, The Netherlands, TOOL.

Wolters, H. and Visscher, J.T. (1989). *Slow sand filtration: a simple and reliable method to purify drinking water*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Wood, Michael (1993). 'IA handpump for Africa: the Afridev experience'. In: *Waterlines*, vol. 11, no. 4, p. 29-31.

Wray, Alistair (1989). *Water, engineering and development in Africa: proceedings of the 15th WEDC Conference, Kano, Nigeria, 3-7 April 1989*. Loughborough, Loughborough University of Technology. WEDC.

Wurzel, Peter and Rooy, Carel de (1993). 'Boreholes versus handpumps: addressing a mismatch'. In: *Waterfront*, no. 3, p. 6-7, 20-21.

Yaziz, Mohammad Ismail and Din, Omar (1988). 'Portable slow sand filter performance'. In: *Loughborough University of Technology. WEDC. The proceedings of the 14th WEDC Conference: Water and Urban Services in Asia and the Pacific: Kuala Lumpur, 11-15 April 1988*. Loughborough, Loughborough University of Technology. Water, Engineering and Development Centre. p. 19-22.