

2025

78 EV

ION
EUROPEENNES

Développement

Bruxelles

août 1978

RB/mk/ldp

Direction de la Politique
générale de développement

Service spécialisé
de l'Evaluation

EVALUATION (EX-POST) SECTORIELLE
DES PROJETS
D'APPROVISIONNEMENT EN EAU
EN MILIEU URBAIN ET VILLAGEOIS

TOME II

202.5-78EU-18647

202.5
78 EV

COMMISSION
DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

Bruxelles

août 1978

Direction générale du Développement

RB/mk/Ldp

Direction de la Politique
générale de développement

~~503~~ - II
1261

Service spécialisé
de l'Evaluation

EVALUATION (EX-POST) SECTORIELLE
DES PROJETS
D'APPROVISIONNEMENT EN EAU
EN MILIEU URBAIN ET VILLAGEOIS

TOME II

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

BARCODE: 18647
LO: 202.5 78 EV

TABLE DES MATIERES

	<u>page</u>
<u>PREFACE</u>	2
<u>INTRODUCTION</u>	3
I. Remarques méthodologiques	3
II. Satisfaction des besoins en eau potable	8
1. Accès à l'eau potable	8
2. Objectifs à atteindre au niveau mondial	9
3. Contribution de l'aide communautaire	10
III. Nécessité d'une politique nationale de l'eau	12

PREMIERE PARTIE

<u>LA CONCEPTION DE PROJETS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU</u> <u>EN MILIEU URBAIN</u>	13
<u>A. LES BESOINS EN EAU DANS LES ZONES URBAINES</u>	14
I. Quelques résultats des évaluations	14
1. Sur-estimation des consommations moyennes	14
2. Sur-estimation de la consommation aux bornes-fontaines	15
3. Projections non réalisées de l'accroissement de la population urbaine	15
4. Hypothèses erronées sur la consommation industrielle	16
5. Base de calcul discutable	17
6. Résumé	17
II. Les facteurs déterminants des besoins domestiques	18
1. Population actuelle	18
2. Evolution démographique	18
3. Quantité d'approvisionnement envisagée	18
4. Qualité de l'eau	19
5. Niveau du service de l'approvisionnement en eau	19
6. Autres facteurs	19
III. Besoins "objectifs" et demande effective	20
1. Conditions d'utilisation des adductions d'eau	20
2. Les conséquences	21
IV. Les facteurs déterminants des besoins industriels, commerciaux et publics	23

	<u>page</u>
<u>B. OPTIONS DE PRINCIPE POUR LES INVESTISSEMENTS EN MILIEU URBAIN</u>	24
I. Choix du niveau de service de l'approvisionnement	24
II. Politique nationale de l'eau, plans et programmes	25
<u>C. LA CONCEPTION TECHNIQUE DES ADDUCTIONS D'EAU</u>	28
I. Base fondamentale : le choix de la source d'eau	28
II. Les installations de prise d'eau	30
III. La conduite d'eau	32
1. Mode de pose	32
2. La capacité de la conduite	32
3. Problèmes d'optimisation	32
IV. Le traitement de l'eau	34
V. Les réservoirs d'eau	35
VI. Le réseau de distribution	36
VII. Branchements particuliers et bornes-fontaines	37
VIII. Abreuvoirs intégrés dans une adduction d'eau urbaine	39
IX. Pertes d'eau et investissements d'extension	39
X. Etudes détaillées indispensables	40

	<u>page</u>
D. <u>STRUCTURES INSTITUTIONNELLES ET FINANCIERES</u>	41
I. Compétences politiques	41
II. Gestion de l'eau	42
1. Structures de gestion	43
2. Compétences de l'organisme de gestion	43
3. Efficacité de l'organisme de gestion	44
III. Formes de gestion	44
1. La régie	45
2. La gérance	45
3. L'affermage	46
4. La concession	46
5. Vue d'ensemble	48
IV. Structures d'organisation	49 bis
V. Personnel	50
VI. Régime strict de gestion technique et administrative	51
E. <u>STRUCTURES ET PRINCIPES DE TARIFICATION</u>	52
I. Les tarifs au consommateur en vigueur	52
1. Tarifs proportionnels	52
2. Tarifs de base et forfaitaires	53
II. Principes de tarification	53
1. Principe de couverture des coûts	54
2. Contraintes sociales et économiques	55
3. Solutions possibles : péréquation et modulation des tarifs	56
4. Principe de contribution financière directe de tout consommateur	59
5. Résumé	60

DEUXIEME PARTIE

<u>LA CONCEPTION DE PROJETS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN MILIEU VILLAGEOIS</u>	63
<u>A. CADRE ET OBJECTIFS DES PROJETS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES VILLAGES</u>	63
I. Plans et programmes	63
II. Objectifs des projets	64
<u>B. CONDITIONS D'UTILISATION DES PROJETS</u>	65
I. Définitions : puits en béton et points d'eau traditionnels	65
II. Conditions d'utilisation des puits	65
1. Facteurs socio-économiques	66
2. Facteurs hydrogéologiques	68
III. Consommation moyenne et habitudes de consommation	68
1. Consommation moyenne	68
2. Habitudes de consommation	69
IV. Conditions d'utilisation de barrages de retenue	70
<u>C. EFFETS DES PROJETS</u>	72
I. Disponibilité en eau	72
II. Effets sur la santé	74
1. Quelques résultats de fait	74
2. Conclusions décevantes	76
III. Effets directs de développement	77

	<u>page</u>
<u>D. POLITIQUES ET STRATEGIES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN MILIEU VILLAGEOIS</u>	80
I. Options politiques de principe	80
II. Critères et stratégies pour la satisfaction des besoins	81
1. Critères socio-économiques pour l'établissement des priorités	81
2. Stratégies pour la satisfaction des besoins	82
3. Altérations de fait des politiques et stratégies	83
<u>E. LA CONCEPTION TECHNIQUE DES PROJETS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES VILLAGES</u>	85
I. Implantation locale de puits et/ou forages	85
1. Facteurs socio-économiques	85
2. Paramètres hydrogéologiques	86
II. Etudes et reconnaissances préliminaires	88
1. Procédures et techniques de recherche hydrogéologique	88
2. Etudes préliminaires dans les aquifères continus	90
3. Etudes préliminaires dans les aquifères discontinus	90
4. Résumé	93
III. Types d'ouvrages	93
1. Le puits ouvert	94
2. Le forage avec pompe à main	94
3. Le forage à motopompe	95
4. Résumé et conclusion	95
5. Superstructures des puits ouverts	96
IV. Procédés et matériels de forage	97
1. Battage au câble	97
2. Rotary à la boue	98
3. Perforatrice marteau-fond-de-trou	98
4. Rotary à l'air	98
5. Conclusion	99

	<u>page</u>
V. Choix des matériels de forage	99
VI. Choix de l'ouvrage : puits ou forage	100
1. Perméabilité du terrain	100
2. Puits ou forage dans les terrains anciens	101
3. Puits ou forage dans les formations tendres	101
4. Autres facteurs	102
5. Conclusions	102
F. <u>STRUCTURES INSTITUTIONNELLES</u>	103
I. Compétences politiques	103
II. L'organisation de l'entretien des puits et forages	103
1. Entretien des puits	103
2. Entretien et exploitation de forages	105
3. Formes d'organisation de l'entretien	107
4. Importance de l'entretien	108
III. Organisation pour la réalisation de puits et forages	108
1. Organisation pour la réalisation de puits	109
2. Organisation pour la réalisation de forages	110
G. <u>PARTICIPATION DE LA POPULATION</u>	112
I. Participation active de la population à la construction : puits avec "investissement humain"	112
1. Conception de puits avec "investissement humain"	112
2. Conditions de participation de la population	113
3. Avantages et désavantages de l'"investissement humain"	115
II. Participation active de la population à l'entretien	115
III. Participation financière de la population à la construction et à l'entretien	116
IV. Résumé	117
H. <u>EDUCATION SANITAIRE</u>	119

page

ANNEXES

121

- Annexe 1 - Liste des projets ayant fait l'objet de l'évaluation sectorielle
- Annexe 2 - Documents de base de l'évaluation sectorielle
- Annexe 3 - Approvisionnement public en eau
- Annexe 4 - Approvisionnement en eau urbain : Consommations moyennes
- Annexe 5 - Approvisionnement en eau urbain : Principaux groupes de consommateurs
- Annexe 6 - Structures de tarification
- Annexe 7 - Coût d'investissement de puits villageois

* * *

LISTE DES ABREVIATIONS

IX

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP	Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (Convention de Lomé)
DHER	Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural (service administratif), Haute-Volta
EAMA	Etats Africains et Malgache Associés (Convention de Yaoundé)
FED	Fonds Européen de Développement
NIGELEC	Société Nigérienne d'Electricité, Niger
OFEDS	Office des Eaux du Sous-sol, Niger
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONPR	Office National de Promotion Rurale, Côte d'Ivoire
RNET	Régie Nationale des Eaux du Togo
SAH	Service Autonome de l'Hydraulique, Côte d'Ivoire
SETU	Société des Equipements et de Travaux Urbains, Côte d'Ivoire
SERARHY	Service d'Entretien et de Renouvellement des Aménagements Ruraux Hydrauliques (service administratif), Tchad
SNE	Société Nationale des Eaux, Haute-Volta
SODECI	Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire
SOMH	Subdivision d'Outillage Mécanique Hydraulique du Sénégal (service public)
SONEES	Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal
STEE	Société Tchadienne d'Energie Electrique

PREFACE ET INTRODUCTION

PREFACE

Les services de la Commission ont poursuivi, au cours des années 1976 et 1977, les travaux d'évaluation ex-post des projets financés par la Communauté, sur les ressources du Fonds Européen de Développement (FED). S'agissant de l'examen des conditions d'utilisation de projets terminés, l'évaluation n'a pu porter que sur des projets réalisés par des Etats africains et malgache associés à la Communauté par les Conventions de Yaoundé (EAMA).

La présente étude d'évaluation constitue la synthèse de l'évaluation de 29 projets terminés dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable en milieu urbain et villageois. Les projets examinés concernent les six pays suivants : Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Niger, Sénégal, Tchad, Togo.

Le programme de cette évaluation a été établi en étroit accord avec les services opérationnels et géographiques compétents : Division "Hydraulique" (C/6) de la Direction des projets; Division "Afrique Occidentale" (B/1) de la Direction Afrique, Caraïbes, Pacifique.

INTRODUCTION

I. Remarques méthodologiques

La présente étude d'évaluation sectorielle a pour but de mettre en relief des éléments qui se dégagent des expériences particulières acquises et dont la prise en considération peut contribuer à améliorer l'efficacité et la viabilité financière et technique de futurs projets du même genre. Elle s'efforce donc de dégager des enseignements susceptibles d'assurer une meilleure insertion des nouveaux projets dans les stratégies de développement appliquées par les pays bénéficiaires.

L'étude ne veut nullement prétendre donner une vue complète de tous les problèmes politiques, socio-économiques et techniques qui peuvent se poser lors de la conception et l'instruction d'un projet; elle ne peut non plus aboutir à une présentation complète d'orientation sectorielle de l'aide communautaire. Tout en étant concentrés sur les EAMA, les résultats et conclusions peuvent néanmoins être généralisés et appliqués à l'ensemble des Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP), signataires de la Convention de Lomé.

La présentation s'efforce de suivre, dans la mesure du possible, une approche pratique et opérationnelle, et de présenter les leçons découlant du passé sous la forme d'éléments pour la conception de nouveaux projets. L'objectif poursuivi implique l'instauration d'un dialogue avec les bénéficiaires portant sur les conceptions et les solutions pratiques qui se sont révélées avantageuses, fonctionnelles et efficaces à l'expérience dans leur pays même.

La méthode d'évaluation sectorielle est conçue de façon à

- situer les projets dans le cadre des objectifs et moyens de la politique de l'eau des pays bénéficiaires, et vérifier, sur base des expériences acquises, les facteurs déterminant les besoins "objectifs" et la demande effective en eau;

- examiner et évaluer la conception générale et technique des projets, dans l'ensemble et dans leurs détails (options de principe pour certaines solutions; études socio-économiques, hydrogéologiques et techniques préliminaires; choix des équipements; procédés et techniques de mise en oeuvre, notamment pour les projets d'approvisionnement en eau des villages, etc...);
- examiner et évaluer les structures institutionnelles et financières, dans lesquelles les projets s'intègrent (compétences politiques; compétences, formes et structures des organismes de gestion; critères d'efficience de l'organisme de gestion, etc...);
- examiner et évaluer les structures et principes de tarification;
- examiner certains aspects particuliers, tels que la participation de la population aux projets en milieu villageois, l'éducation sanitaire, etc...;
- évaluer les effets directs et indirects des projets sur la situation sanitaire, sociale, économique, notamment pour les projets d'approvisionnement en eau des villages.

L'étude d'évaluation porte sur les projets d'approvisionnement en eau en milieu urbain et villageois, c'est-à-dire sur les travaux et les structures institutionnelles dont l'objet est le captage, le traitement, le transport et la distribution de l'eau potable. Bien qu'en milieu urbain les installations hydrauliques doivent être conçues dans le cadre d'un système intégré d'approvisionnement en eau et d'évacuation des eaux usées, l'étude ne porte pas sur les problèmes de l'assainissement : collecte, traitement et évacuation des déchets liquides (1). L'approvisionnement en eau pour les besoins pastoraux (alimentation en eau du bétail) n'est considéré que de façon marginale, dans la mesure où il est intégralement lié à certains projets évalués.

(1) Il est apparu que les quelques projets d'assainissement financés par la Communauté n'étaient pas suffisamment représentatifs pour permettre d'en tirer des conclusions probantes.

Sur le plan international, il n'y a pas de définition agréée de l'approvisionnement en eau "urbain" et "villageois". Cette étude d'évaluation suit la notion généralement appliquée par les services du FED : l'approvisionnement en eau urbain est l'ensemble d'un système d'adduction et de distribution d'eau avec captage, réseau primaire et secondaire, bornes-fontaines et branchements particuliers, ou l'amorce d'un tel système avec seulement un réseau primaire et sans branchements particuliers. Dans les pays visités, de tels systèmes n'étaient installés que dans des villes de plus de 3.000 habitants environ. L'approvisionnement en eau des villages comprend des puits ouverts, des puits ou des forages équipés de pompes à main ou à pied, situés dans des villages de 300 à 1.000 habitants en général, ne dépassant cependant dans aucun cas les 3.000 habitants (1). L'approvisionnement en eau des villages au moyen de captages de sources ou de citernes n'est pas considéré dans cette étude, faute de projets représentatifs.

Le choix des pays et projets ayant fait l'objet de cette évaluation sectorielle a tenu compte de trois aspects interdépendants :

- projets terminés ou suffisamment avancés, pouvant être considérés comme représentatifs des différents types d'interventions communautaires;
- volume important et/ou composition représentative de l'aide communautaire apportée à l'approvisionnement en eau du pays;
- différents types représentatifs de politique nationale et de gestion des installations.

Sur base de ces critères, l'étude a porté sur 29 projets d'approvisionnement en eau, dont

- 14 projets d'adduction d'eau en milieu urbain (installations nouvelles ou extensions dans 24 villes),
- 15 projets d'approvisionnement en eau en milieu villageois (entre autres plus de 2.600 puits).

(1) Cette définition ne concorde pas avec celle utilisée, par exemple, par la BIRD : pour des financements de la Banque Mondiale, le terme approvisionnement en eau "rural" va jusqu'à 10.000 habitants.

Tous ces projets sont situés dans six pays EAMA : Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Niger, Sénégal, Tchad, Togo (liste complète des projets évalués en Annexe 1).

L'ensemble de ces projets évalués (51 mio UCE) représente 40 % des engagements totaux pris sur les ressources des trois premiers Fonds pour les projets d'approvisionnement en eau (128 mio UCE) (1).

PROJETS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

	Engagements totaux sur les 3 premiers Fonds	Projets évalués		
		(nombre)	mio UCE	%
Approvisionnements en eau en milieu urbain	78	(14)	24	31
Approvisionnements en eau en milieu villageois	50	(15)	27	54
Total	128	(29)	51	40

(1) UCE = Unité de Compte Européenne. A titre indicatif :
1 UCE = 283 FCFA, 1 UCE = 1,22 \$ US (valeur mai 1978)

La matière de ce rapport est basée essentiellement sur

- des missions d'évaluation effectuées par M. Rolf BRENNER, membre du Service de l'Evaluation (A/2), en Côte d'Ivoire et au Sénégal (mai 1976), au Niger (novembre 1976, février et mai 1977), au Togo (septembre 1977);
- des missions d'évaluation effectuées par des experts consultants en Haute-Volta (mai 1977) et au Tchad (mai 1977);
- une étude technique réalisée par un bureau d'ingénieurs-conseils.

Les titres et les références de ces rapports d'évaluation et de l'étude technique sont énumérés en Annexe 2.

Les résultats, les problèmes politiques et opérationnels et les conclusions sont fondamentalement différents pour les projets d'approvisionnement en eau urbain et villageois. Par conséquent, les deux domaines sont présentés séparément :

- approvisionnement en eau en milieu urbain dans la première partie de cette étude (papier bleu),
- approvisionnement en eau en milieu villageois dans la deuxième partie (papier jaune).

II. Satisfaction des besoins en eau potable

1. Accès à l'eau potable

Le bien-être et la santé humaine sont inéluctablement liés à l'approvisionnement en eau potable et à l'existence de facilités d'hygiène au moins rudimentaires. Par conséquent, l'eau est d'une importance primordiale pour le développement économique et social : tous les efforts entrepris en vue d'améliorer l'état de santé, de lutter contre les maladies endémiques et épidémiques, de réduire la mortalité infantile, d'augmenter la productivité du travail, ainsi que tout autre effort de développement ne peuvent être couronnés de succès que si de l'eau potable est disponible en quantité et qualité suffisantes.

Ces constatations sont encore soulignées par le fait que la grande majorité de la population des pays en voie de développement n'a pas d'"accès raisonnable" à l'approvisionnement en eau "propre" et ne dispose pas de moyens adéquats d'évacuation des excréta (1). En 1975, 77 % seulement de la population urbaine, et 22 % de la population rurale (moyenne pondérée 38 %), étaient desservis de manière satisfaisante par des systèmes d'approvisionnement en eau. Ces pourcentages varient largement parmi les différentes régions du monde : pour l'Afrique, les chiffres correspondants sont 68 % de la population urbaine et 21 % de la population rurale, avec une moyenne pondérée de 29 % (voir tableau Annexe 3).

En chiffres absolus, cette situation est encore plus inquiétante. Environ 140 millions de personnes en zones urbaines et plus de 1.100 millions de personnes en zones rurales (environ un tiers de la population mondiale totale) n'ont pas d'"accès raisonnable" à l'eau "propre". Plus de personnes encore n'ont pas de moyens adéquats d'évacuation des excréta.

(1) Définition OMS de l'"accès raisonnable" en milieu urbain : approvisionnement par branchement privé, ou par borne-fontaine située à moins de 200 m de la maison; la définition est vague pour le milieu rural : le temps consacré à chercher l'eau ne devrait pas absorber une part disproportionnée du temps disponible d'une famille. L'eau "propre" est de l'eau non contaminée.

2. Objectifs à atteindre au niveau mondial

Afin de remédier à cette situation, la 25ème Assemblée mondiale de la Santé avait arrêté, en 1972, des objectifs pour l'amélioration globale de l'approvisionnement en eau dans la Deuxième Décennie de Développement (1971-80) (1) : en 1980, 92 % de la population urbaine, et 36 % de la population rurale devraient être desservis par l'approvisionnement en eau "propre".

Les investissements nécessaires entre 1976 et 1980 pour atteindre ces objectifs étaient estimés à \$ US 14,5 milliards pour l'approvisionnement en eau dans les zones urbaines et à \$ US 6,5 milliards pour l'approvisionnement dans les zones rurales (aux prix de 1975). Il est peu vraisemblable que l'on dispose de montants de cette importance à cet effet au cours de la période visée. D'autres contraintes s'y ajoutent, notamment le manque de personnel de gestion qualifié, les faiblesses institutionnelles à tous les niveaux, la mauvaise connaissance des ressources en eau disponibles, le faible pouvoir d'achat des consommateurs.

D'une façon générale, on peut supposer que les pays peuvent plus facilement atteindre les objectifs urbains que les objectifs ruraux; en effet, dans le passé, les investissements ont été largement concentrés sur les installations urbaines. Ceci s'exprime, par exemple, dans les chiffres OMS pour les six pays ayant fait l'objet de cette évaluation sectorielle : les pourcentages pour la population urbaine desservie varient entre 36 % au Niger et 98 % en Côte d'Ivoire contre les pourcentages pour la population rurale desservie variant entre 10 % au Togo et 29 % en Côte d'Ivoire (voir tableau Annexe 3).

Cependant, ces exemples suscitent des réserves sérieuses quant à la validité des chiffres recueillis par l'OMS et, par conséquent, à la valeur réelle des objectifs visés. L'évaluation des projets financés par le FED a notamment mis en évidence que l'existence d'un approvisionnement en eau "propre" ne garantit nullement que la population desservie consomme de l'eau propre. Si on admet que pratiquement tous les puits

(1) En 1976, la 29ème Assemblée mondiale de la Santé a examiné un rapport sur les progrès accomplis et la situation à la mi-décennie et a adopté de nouveaux objectifs corrigés pour 1980. Ne sont retenus ici que ces objectifs révisés.

(*) (300 cfm n9) (atnsmogp9) tnsmoansit sb anofaib99
cimentés villageois ouverts, non équipés de pompes, sont
exposés à la pollution (voir page 75), et si dans les
zones rurales d'un pays particulier il n'existe qu'ex-

clusivement de tels puits, comment peut-on comprendre que
26 % (Niger) et 23 % (Tchad) de la population rurale serait
desservie par un approvisionnement en eau "propre"? Cette
divergence ne peut pas seulement s'expliquer par le fait
que l'OMS a accepté la définition de la population urbaine et
rurale telle qu'elle est donnée par chaque pays. En zone
urbaine, l'existence de bornes-fontaines créant un "accès
raisonnable" (1) à l'eau "propre" n'exclut nullement que la
population ainsi théoriquement desservie consomme de l'eau
contaminée, soit en provenance de bornes-fontaines et four-
nie par l'intermédiaire de porteurs d'eau (Tchad) soit en
provenance de sources traditionnelles (puits, etc.) utili-
sées parallèlement, dans pratiquement toutes les grandes
villes. En plus, il peut arriver que des capacités de
distribution d'eau statistiquement enregistrées restent
inutilisées, ne fût-ce que partiellement, en raison soit
d'une conception surdimensionnée, soit d'un manque d'entre-
tien et de pannes prolongées.

Pour toutes ces raisons, il est fort probable qu'en réalité
la situation de l'approvisionnement en eau "propre" est (*)
beaucoup moins favorable qu'elle n'apparaît selon les rap-
ports OMS, et que par conséquent les objectifs OMS appa-
raissent trop ambitieux.

3. Contribution de l'aide communautaire

Au cours des dernières 15 années, la communauté a consacré
une part non négligeable de ses financements totaux aux
projets d'approvisionnement en eau et d'assainissement

144 mio. UCE sur un total de 2482 mio. UCE, soit 6%.

(1) Dans les termes strictes de la définition OMS

Décisions de financement (engagements) (en mio UCE) (*)

	FED 1	FED 2	FED 3	Total
Total des décisions (engagements)	570	734	878	2.182
<u>dont :</u>				
approvisionnement en eau urbain	14	25	39	78
approvisionnement en eau villageois	26	14	10	50
assainissement	9	3	4	16
Total approvisionnement en eau et assainissement	49	42	53	144
% du total	8,6	5,7	6,0	6,6

(*) Situation. 30.9.1977. 1 UCE = 1,22 \$ US (valeur mai 1978)

Alors que les engagements pour les investissements en milieu villageois ont diminué de 26 mio UCE (FED 1) à 10 mio UCE (FED 3), ils ont fortement augmenté pour les installations urbaines : 14 mio UCE à 39 mio UCE. Cette tendance traduit les modifications intervenues dans les objectifs et priorités exprimés par les Etats associés. Elle s'explique notamment par l'évolution démographique des grandes villes après l'indépendance. Mais d'autres facteurs ont aussi joué dans le même sens, que ce soit au niveau des choix économiques (un montant donné d'investissement peut en général satisfaire un plus grand nombre d'habitants en milieu urbain), ou des contraintes financières (les recettes des ventes d'eau dans les grands centres urbains permettent normalement l'autofinancement du système), ou simplement des choix politiques.

Dans le montant total des programmes indicatifs convenus avec les pays ACP, dans le cadre de la Convention de Lomé, la part prévue pour les projets d'approvisionnement en eau s'élève à plus de 100 mio UCE, dont 45 mio UCE pour des adductions d'eau urbaines, 40 mio UCE pour les approvisionnements en eau en milieu villageois et 17 mio UCE pour l'assainissement.

III. Nécessité d'une politique nationale de l'eau

Dans de nombreux pays, une politique cohérente de l'eau n'a pas encore été formulée. Les évaluations ont cependant mis en évidence son importance; chaque Etat devrait s'astreindre à formuler une politique de l'eau englobant, pour le moins, l'ensemble des aspects de l'eau potable: approvisionnement en eau des villes, évacuation des eaux usées, assainissement, approvisionnement en eau des villages. Mieux serait encore d'y inclure également toutes les autres questions de l'eau, telles que l'hydraulique pastorale (notamment dans les pays où les zones nomades et sédentaires se chevauchent), ainsi que les systèmes d'irrigation, d'aménagements de fleuves, etc...

La politique nationale de l'eau potable doit être intégrée dans le cadre de la politique générale de développement économique et social du pays. Elle doit déterminer les principes et les objectifs de l'utilisation et de la gestion de l'eau, et constituer le cadre pour les plans et programmes d'investissements et d'actions qui y sont liées. De leur côté, ceux-ci doivent être coordonnés avec d'autres plans et programmes de développement sectoriel (agricole, sanitaire, etc...) et régional.

Pour l'approvisionnement en eau potable proprement dit, la politique nationale de l'eau doit donner une réponse à des questions fondamentales et d'un retentissement social et économique considérable, telles que: faut-il donner une priorité à l'approvisionnement en eau des villes ou à celui des villages? Peut-on assurer l'approvisionnement d'une partie privilégiée de la population habitant dans les grandes villes tout en négligeant la population des agglomérations urbaines d'importance secondaire? Peut-on assurer l'approvisionnement en eau d'une minorité urbaine capable de payer le prix réel de l'eau et laisser les quartiers sub-urbains en expansion démographique rapide sans approvisionnement raisonnable?

PREMIERE PARTIE

LA CONCEPTION DE PROJETS
D'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN MILIEU URBAIN

PREMIERE PARTIE

LA CONCEPTION DE PROJETS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN MILIEU URBAIN

A. LES BESOINS EN EAU DANS LES ZONES URBAINES

En général, dans les zones urbaines, la consommation domestique n'est qu'une partie de la consommation totale bien que, dans les pays en voie de développement, elle en est normalement la plus grande partie. Il s'y ajoute, notamment dans les grandes villes, la consommation à des fins industrielles et commerciales et celle des institutions publiques (administrations, écoles, hôpitaux, etc...). Vu le nombre de facteurs déterminant les besoins en eau, l'estimation de l'évolution future de la consommation nécessite une approche socio-économique très complexe. En conséquence, la réalité ultérieure risque facilement de s'écarter des prévisions.

I. Quelques résultats des évaluations

L'examen des conditions d'utilisation a montré que tous les projets ont apporté une amélioration notable de l'approvisionnement en eau des populations bénéficiaires, qu'il s'agisse de nouvelles installations ou d'extensions d'adductions d'eau existantes. Toutefois, certaines installations se sont révélées sur-dimensionnées par rapport aux consommations réelles, d'autres sous-dimensionnées. Les prévisions erronées ont résulté de différentes hypothèses contestables parmi lesquelles on retiendra les suivantes :

1. Sur-estimation des consommations moyennes

La capacité des nouvelles installations (forages, groupes de pompage, conduites, réservoirs) dans certains centres secondaires a été calculée suivant l'hypothèse d'une consommation moyenne respectivement de 70 l/h/j (Sénégal) et de 50 l/h/j (Niger), alors qu'en réalité, la consommation moyenne n'atteint que 20 l/h/j dans les centres secondaires au Sénégal et à Tahoua (Niger), et 10 l/h/j à Filingué et à Birni N'Konni (Niger).

L'expérience montre d'ailleurs une tendance générale à sur-estimer la consommation moyenne : pour les projets évalués, elle se situe entre 40 et 80 l/h/j dans les grandes villes de plus de 100.000 habitants, et entre 10 à 20 l/h/j dans les centres secondaires de 10 à 40.000 habitants. Et encore s'agit-il de moyennes qui incluent toutes les consommations industrielles, commerciales, des administrations, etc... (tableau Annexe 4).

2. Sur-estimation de la consommation aux bornes-fontaines

Dans le cadre du projet de l'extension de l'adduction d'eau de Dakar (projet lac de Guiers, ci-après nommé projet Dakar), la consommation moyenne aux bornes-fontaines a été estimée à 50 l/h/j; en réalité, cette consommation se chiffre actuellement autour de 20 l/h/j (gaspillages compris). Cette sur-estimation a contribué, pour une grande partie (12.000 m³/j) aux prévisions totales erronées (107.000 m³/j pour 1975), qui sont de loin supérieures à la consommation actuelle (74.000 m³/j) (1). En fait, les évaluations ont montré que la consommation moyenne aux bornes-fontaines dépasse rarement les 25 l/h/j, même dans les plus grandes villes et même en fin de saison sèche.

3. Projections non réalisées de l'accroissement de la population urbaine

Dans certains cas, les estimations de l'accroissement de la population se sont révélées trop fortes par rapport à la réalité. Ce phénomène s'est produit notamment dans des centres secondaires. Pour la conception de l'adduction d'eau de Filingué (Niger), par exemple, on n'avait pas suffisamment pris en considération la situation et les perspectives économiques relativement défavorables de la ville. Contrairement aux prévisions, le nombre d'habitants est resté stationnaire depuis la conception du projet en 1969, d'où l'existence d'installations sur-dimensionnées : il suffit actuellement d'un pompage de 2 heures par jour pour satisfaire la demande.

(1) Production actuelle moins 30 % de pertes.

Toutefois, ce phénomène s'est également produit dans quelques grandes villes. C'est ainsi que, pour le projet Dakar, l'hypothèse d'un taux d'accroissement de 6 % entre 1965 et 1980 s'est révélée beaucoup trop forte. Pour N'Djamena (Tchad), l'évolution démographique réelle n'a pas non plus atteint les prévisions faites lors de la conception du projet.

Pour les grandes villes et surtout pour les capitales, les cas d'une sous-estimation de l'évolution de la demande étaient plus fréquents, notamment en raison de l'application d'hypothèses trop faibles pour l'accroissement de la population. C'est ainsi que, par exemple, à Lomé (Togo), à Ouagadougou et Bobo-Dioulasso (Haute-Volta), ainsi qu'à Bouaké (Côte d'Ivoire), toutes les prévisions de croissance démographique faites lors de la conception des projets ont largement été dépassées. Pour Ouagadougou, on prévoyait une population de 130.000 habitants en 1982, alors qu'elle était déjà de 170.000 habitants en 1975. Pour Lomé on estimait la population à 200.000 en 1980 alors que ce chiffre fut déjà atteint en 1972. En conséquence, les limites des capacités installées furent atteintes longtemps avant les dates prévues. Mais il faut reconnaître que les projections initiales de croissance démographique de nombreuses grandes villes et capitales africaines ont été faussées par le phénomène exceptionnel d'un exode rural s'accroissant continuellement et se renforçant encore dans les récentes années de sécheresse.

Cependant, si les investissements dans les villes citées ont été sous-dimensionnés, leur conception s'est avérée suffisamment flexible pour permettre toutes les extensions ultérieurement nécessaires, sans risque de compromettre la cohérence technique de l'ensemble.

4. Hypothèses erronées sur la consommation industrielle

Les projections de la consommation industrielle sont difficiles à faire au moment de la conception d'un projet : en effet, les gros consommateurs industriels ont souvent recours à des forages privés, dont l'exploitation leur revient moins chère et/ou est plus sûre. A Bouaké (Côte d'Ivoire), par exemple, une entreprise industrielle consomme

3.500 m³ d'eau par jour, à partir d'une installation privée, alors que la consommation totale de la ville est de 8.000 m³/j. A N'Djamena (Tchad) également, des forages privés sont exploités par de gros consommateurs industriels, réduisant ainsi considérablement les quantités vendues par la distribution d'eau de la ville.

Les estimations sont d'autant plus difficiles à faire que la décision d'un consommateur industriel de se brancher sur l'adduction d'eau publique dépend de la fiabilité technique et financière des installations; or, celle-ci ne peut souvent pas être évaluée lors de la conception du projet, parce qu'elle relève de la gestion (sécurité d'approvisionnement), de décisions politiques ultérieures (tarification appropriée), etc...

5. Base de calcul discutable

Pour la conception du projet Dakar, les calculs ont été basés sur la "production potentielle" d'eau en 1964 (68.000 m³/j) qui s'écartait de 15 % de la production effective (59.000 m³/j) en raison de l'insuffisance de certaines installations de production et de distribution : la distribution d'eau était en effet limitée à 7 heures par jour dans la plus grande partie de l'agglomération. Une production de départ (1964) plus réaliste (moyenne entre production effective et potentielle) aurait abouti à des prévisions plus correctes.

6. Résumé

D'une façon très générale, l'expérience a montré un certain risque, lors de la conception d'une adduction d'eau :

- (a) de sur-estimer l'évolution de la demande, en particulier dans les villes d'importance secondaire, qui s'accroissent avec plus de lenteur que les grandes villes et qui se cantonnent souvent dans le rôle de siège administratif et de centres de ramassage de produits agricoles sans pour autant exercer sur les migrants l'attraction des grandes villes;

- (b) de sous-estimer l'évolution de la demande, en particulier dans les grandes villes et les capitales qui éprouvent souvent une croissance démographique exagérée et imprévisible, dont la cause principale est l'exode rural permanent. Les exemples d'une sur-estimation de l'évolution de la demande à Dakar (Sénégal) et N'Djamena (Tchad) semblent plutôt être l'exception.

II. Les facteurs déterminants des besoins domestiques

Partant des expériences acquises, on retiendra un certain nombre de facteurs déterminants des besoins domestiques en eau. Les besoins ("objectifs") se comprennent ici comme un élément de planification technique, à l'opposé de la demande effective qui est déterminée par le comportement des consommateurs.

1. Population actuelle

Dans les pays en voie de développement, déjà le constat de ce chiffre est souvent incertain; il y a lieu d'examiner de façon critique les données avancées.

2. Evolution démographique

La projection de l'évolution démographique est très difficile. Parfois des changements de tendance interviennent brusquement et de façon inattendue. En tout cas, il est utile de dissocier l'évolution attendue en accroissement naturel et en migration.

3. Quantité d'approvisionnement envisagée

Nous avons vu que la consommation moyenne aux bornes-fontaines dépasse rarement les 20 à 25 l/h/j. Par contre, la consommation moyenne et globale aux branchements particuliers est plus difficile à déterminer. Elle dépend notamment :

- du niveau et de la structure des tarifs (vu l'importance de ce facteur, les problèmes y relatifs sont discutés aux pages 52 et suivantes);
- du nombre moyen de personnes par famille;
- du niveau de vie familial (revenu familial, pouvoir d'achat, niveau de conscience de l'hygiène);
- de l'équipement du ménage en installations sanitaires (chasse d'eau, baignoir, machine à laver, etc...).

4. Qualité de l'eau

Pour la qualité de l'eau potable, il existe des normes internationales et nationales, qui devraient normalement être respectées pour des adductions d'eau complexes dans les grandes villes. Cependant, même la création d'une petite distribution d'eau plus simple, restant inférieure à ces normes, peut avoir des effets positifs dans la mesure où l'augmentation de la quantité répond à une demande croissante, et où elle est susceptible de réduire certaines maladies découlant du manque d'hygiène hydrique.

5. Niveau du service de l'approvisionnement en eau

Il est évident que la quantité et la qualité d'eau envisagées déterminent le niveau du service : station de traitement sommaire seulement ou complexe; réseau de distribution primaire seulement ou réseau complet (primaire, secondaire et tertiaire); bornes-fontaines seulement ou réseaux mixte avec branchements particuliers, ou encore exclusivement branchements particuliers (voir chapitre B, pages 24 et suivantes).

6. Autres facteurs

D'autres facteurs tels que les conditions climatiques, les habitudes et coutumes de la population, l'existence d'autres sources d'eau, les variations saisonnières de consommation, peuvent fortement influencer les besoins d'eau à satisfaire; il s'agit de facteurs déterminant la demande effective plutôt que les besoins "objectifs" (voir chapitre suivant).

III. Besoins "objectifs" et demande effective

1. Conditions d'utilisation des adductions d'eau

L'examen des conditions d'utilisation des différents projets FED a montré que dans pratiquement tous les centres secondaires, mais aussi dans les grandes villes, la population ne fait pas pleinement usage des installations de distribution d'eau : elle continue à utiliser parallèlement d'autres points d'eau existants, tels que des puits en béton ou traditionnels ou d'autres sources d'eau superficielles (fleuves, lacs, etc...). Cette situation "concurrentielle" concerne pour la plupart les utilisateurs potentiels des bornes-fontaines. Les raisons en sont notamment :

- le manque très répandu de conscience de la qualité hygiénique de l'eau : c'est très souvent la facilité d'approvisionnement qui détermine l'utilisation de la source d'eau la plus proche sans égard à la qualité de l'eau. Exemples : on estime qu'à Lomé (Togo), la moitié de la population s'alimente, au moins partiellement, par les nombreux puits exploitant la nappe à 1,50 m de profondeur; on estime qu'à Ouagadougou (Haute-Volta), 30 % seulement de la population sans branchements particuliers s'approvisionnent aux bornes-fontaines. Toutefois, certains points d'eau traditionnels, pleinement utilisés en saison des pluies, tarissent en saison sèche; en conséquence, la demande d'eau du système public peut facilement varier du simple au double entre saison des pluies et saison sèche;
- le goût qui fait que l'eau d'un puits peut être préférée à celle de l'adduction. Exemple : à Sokone (Sénégal), une trentaine de puits sont encore utilisés parallèlement à la petite adduction d'eau installée en 1973, bien que l'eau de celle-ci soit distribuée gratuitement. Toutefois, l'eau de certains puits ou forages profonds peut en fait avoir un autre goût que l'eau superficielle : elle peut être plus ou moins minéralisée que celle de la surface à laquelle la population est habituée (1);

(1) Dans le cas cité l'eau du forage sert pour la lessive, la vaisselle (et, bien entendu, pour le bétail), mais seule l'eau des puits sert pour la boisson.

- des difficultés d'accessibilité effective aux bornes-fontaines, soit en raison de distances trop grandes, soit en raison d'une monopolisation des bornes-fontaines dans certains quartiers de grandes villes, par des porteurs et revendeurs d'eau (malgré une distribution en principe gratuite). Exemple : N'Djamena (Tchad);
- Les prix de vente de l'eau, notamment aux bornes-fontaines : même un prix équivalent à 125 FCFA/m³, tel qu'il est pratiqué, par exemple à Birni N'Konni (Niger) (1), peut être prohibitif pour une population qui n'a pas de conscience hygiénique de l'eau.

2. Les conséquences

Pour la conception d'un projet d'approvisionnement en eau urbain, ces faits ne doivent pas être négligés, notamment s'il s'agit d'une installation dans un centre secondaire, situé en région rurale économiquement et socialement défavorisée. En effet, la demande effective peut être largement inférieure aux besoins "objectifs" (calculés en tant qu'élément de la planification technique).

La demande effective (et par conséquent, l'écart entre les besoins "objectifs" et la demande effective) dépend

- du niveau et de la structure des tarifs (voir pages 52 et suivantes),
- du pouvoir d'achat de la population,
- du niveau de développement économique et social de la ville,
- du niveau de la conscience de l'hygiène,
- de l'existence et du débit d'autres sources d'eau,
- de l'accessibilité effective du système public.

(1) La commune achète l'eau à la NIGELEC et la fait revendre, par un "gestionnaire" particulier de chaque borne-fontaine, à un tarif plus élevé. Les reventes se font par fûts de 20 à 40 litres.

Deux conclusions s'en imposent pour éviter que la capacité des installations ne soit sur-dimensionnée :

- (a) La conception d'un projet d'adduction d'eau doit bien tenir compte, non seulement des besoins "objectifs", mais aussi de la demande effective à attendre. Cette approche se recommande tout particulièrement pour les adductions sommaires dotées exclusivement de bornes-fontaines et pour l'installation de bornes-fontaines dans le cadre de réseaux mixtes : en effet, les bornes-fontaines sont le plus exposées à la "concurrence" des points d'eau "traditionnels".

Cette approche se recommande également pour les projets ne visant qu'à améliorer la qualité de l'eau (nouvelles installations : passage de puits aux bornes-fontaines), car ce manque de qualité n'est pas nécessairement ressenti par la population, à moins que le projet ne soit accompagné d'actions efficaces d'éducation sanitaire. Par contre, l'écart entre les besoins "objectifs" et la demande effective sera moins grande sinon insignifiante dans le cas des projets visant à augmenter la quantité d'eau disponible (extension d'une installation pour suivre la consommation croissante).

- (b) La conception d'un projet d'adduction d'eau ne devrait pas être basée sur la demande de pointe saisonnière, mais plutôt sur la demande moyenne. En effet, l'adaptation des installations à la consommation de pointe risquerait la création de capacités sous-utilisées pendant la plus grande partie de l'année.

IV. Les facteurs déterminants des besoins industriels, commerciaux et publics

Les évaluations ont montré que la consommation des industries, du commerce, et des institutions publiques peut atteindre une part notable de la demande totale. Exemple : quote-part industrie et commerce à Dakar (Sénégal) \pm 25 %, à Bouaké (Côte d'Ivoire) \pm 20 %, sans tenir compte des forages privés exploités. Les quote-parts des institutions publiques sont encore plus importantes, notamment dans les centres secondaires : Ouahigouya et Kaya (Haute-Volta) 53 %, Bouaké (Côte d'Ivoire) 43 %, Tahoua (Niger) 38 % (voir tableau Annexe 5).

En conséquence, lors de la conception d'un projet, les différents facteurs pouvant déterminer les quantités d'eau nécessaires pour ces besoins sont à examiner attentivement :

- examen cas par cas des entreprises et des institutions publiques existantes et prévues,
- consultation des plans d'urbanisation et de développement régional,
- examen des possibilités des entreprises d'exploiter des forages privés, et évaluation des conditions techniques, financières et administratives à remplir pour les inciter à se brancher sur l'adduction d'eau publique.

B. OPTIONS DE PRINCIPE POUR LES INVESTISSEMENTS EN MILIEU URBAIN

I. Choix du niveau de service de l'approvisionnement

Du point de vue technique, un système d'approvisionnement en eau en milieu urbain, peut se situer à différents niveaux :

- petite adduction d'eau sommaire avec amorce d'un réseau primaire de distribution et quelques bornes-fontaines.
Exemple : les adductions d'eau dans certains centres secondaires au Sénégal (1);
- adduction d'eau plus développée, avec réseau primaire et amorce d'un réseau secondaire, avec un plus grand nombre de bornes-fontaines et avec un nombre de branchements particuliers pouvant varier entre plusieurs dizaines (Birni N'Konni et Filingué au Niger) et plusieurs centaines (Toumodi en Côte d'Ivoire, Tahoua au Niger);
- adduction d'eau complexe et réseau complet de distribution, avec un grand nombre de branchements particuliers, tant de maisons privées que d'entreprises commerciales et industrielles, et avec encore quelques bornes-fontaines (Niamey au Niger, N'Djamena au Tchad, Dakar au Sénégal, Bouaké en Côte d'Ivoire).

Théoriquement, il serait souhaitable de doter toute agglomération urbaine d'une adduction d'eau la plus complète possible, si des contraintes surtout financières ne s'y opposaient pas. D'un autre côté, les évaluations ont mis en évidence que la population ne fait même pas dans tous les cas pleinement usage des installations d'approvisionnement en eau mises à sa disposition. En conséquence, pour éviter le risque de gaspillages en capital d'investissement rare, le niveau de service de chaque adduction d'eau doit être adapté à la situation économique et sociale spécifique des consommateurs.

(1) Financement FED : Coki, N'Dindy, Diakhao, Sokone, Maleme-Hodar, Kounghoul, Prokhane.

Ce choix du niveau de service de l'approvisionnement en eau urbain doit tenir compte d'une série de facteurs, dont on retiendra notamment :

- les besoins "objectifs" et la demande effective en quantité et en qualité d'eau,
- le coût d'investissement des installations nécessaires pour satisfaire ces besoins,
- les ressources en capital d'investissement disponibles, et/ou éventuellement la capacité des utilisateurs de participer au coût d'investissement,
- les coûts de fonctionnement,
- la capacité des utilisateurs de payer l'eau à son prix réel,
- les moyens financiers éventuellement disponibles pour subventionner le coût de fonctionnement,
- les structures institutionnelles adéquates pour gérer de façon efficiente les installations,
- la qualification professionnelle du personnel de gestion technique, commerciale et administrative à tous les niveaux.

Il est évident, à l'examen de ces facteurs d'ordre technique, économique et social, que le choix du niveau de service de l'ensemble des installations nécessaires ou souhaitables dans un pays ne peut se faire que sur le plan politique : certaines options de principe doivent être formulées par la politique nationale de l'eau.

II. Politique nationale de l'eau, plans et programmes

La politique de l'eau dans le domaine de l'approvisionnement en eau en milieu urbain doit concilier la satisfaction des besoins d'eau, en quantité et en qualité, avec les contraintes socio-économiques et financières s'y opposant. Les principes et objectifs de cette politique de l'eau doivent nécessairement varier d'un pays à l'autre, en fonction de chaque situation économique, sociale et politique particulière.

Une telle politique de l'eau peut être ambitieuse comme celle de la Côte d'Ivoire : un programme national d'équipement hydraulique 1973/1985 prévoit la création de nouvelles adductions d'eau dans une centaine de centres secondaires, les extensions nécessaires des réseaux existants dans les grandes villes et certains centres urbains, mais aussi la création, en moyenne, d'un point d'eau équipé d'une pompe pour 600 habitants, dans tous les villages de plus de 100 habitants (1). La gestion de toutes ces installations existantes et à créer est assurée par un seul organisme de gestion et leur fonctionnement est assuré par un système de péréquation nationale de tous les tarifs d'eau : en principe, ce système permet, par les ventes d'eau considérables dans la capitale, de subventionner les adductions d'eau des centres secondaires, et de supporter même les charges relevant de l'exploitation et de l'entretien des puits et forages villageois.

En comparaison, une politique de l'eau peut être plus modeste pour s'adapter aux contraintes d'une situation économique et sociale moins favorable : la politique de l'eau très réaliste du Niger renonce explicitement à toutes les conceptions inadaptées aux moyens financiers disponibles, tant pour les investissements que pour le fonctionnement des installations, et aux capacités de gestion et d'exploitation existantes.

Les plans et programmes d'investissements doivent traduire les objectifs de la politique de l'eau. En conséquence, les investissements à envisager doivent être évalués, en tenant compte, au niveau national et régional :

- du degré de satisfaction en approvisionnement en eau (accès raisonnable à l'eau "propre"),
- du degré de satisfaction d'autres besoins élémentaires,
- de la partie de la population approvisionnée en eau potable par rapport à la population non approvisionnée de façon adéquate,
- de la valeur que la population attribue à l'amélioration de la quantité et/ou de la qualité de l'eau,
- de l'ensemble des effets attendus, sur la situation sanitaire, sociale, économique, etc..., des différentes améliorations possibles de l'approvisionnement en eau,

(1) Soit la réalisation de 7.200 puits et forages entre 1974 et 1980

- du pouvoir d'achat des consommateurs, et partant, leur capacité de payer le prix réel de l'eau, mais au moins le coût de fonctionnement des installations.

L'exemple de la Côte d'Ivoire montre de façon pertinente que l'existence d'un plan général de développement du secteur de l'hydraulique et l'existence d'un programme détaillé permettent de définir le volume et le rythme de réalisation des investissements en fonction des goulots identifiés et des priorités établies, de concevoir des stratégies dynamiques, efficaces et profitables, concernant la consommation et les ventes d'eau, et d'assurer, à long terme, l'équilibre financier de l'exploitation de toutes les installations existantes et à prévoir.

En sus de ces principes, de l'évaluation des projets terminés s'est dégagée la leçon fondamentale que les plans et programmes d'investissements d'approvisionnement en eau ne doivent pas se limiter à la seule création des installations : ils doivent plutôt être concertés avec des programmes et actions complémentaires indispensables pour garantir le bon fonctionnement de ces installations et leur meilleure efficacité. Dans ce sens, les plans et programmes d'investissements doivent

- être conçus dans un cadre plus complexe comprenant aussi la création ou le renforcement des structures institutionnelles et financières (organismes de gestion, conception de la tarification, etc...),
- être complétés par des programmes de formation et de recyclage du personnel de gestion technique commerciale et administrative, de tous les niveaux,
- être intégrés dans le cadre des plans nationaux et régionaux de développement socio-économique général,
- être coordonnés avec les autres plans et programmes sectoriels de développement, notamment de développement urbain, industriel, rural, etc...

C. LA CONCEPTION TECHNIQUE DES ADDUCTIONS D'EAU

Le nombre et la nature des adductions d'eau financées, dans le passé, sur les ressources du FED, et ayant fait l'objet de cette étude d'évaluation, ne permettent pas de donner des exemples concrets sur tous les problèmes qui peuvent se poser lors de la conception technique d'un projet. Les indications suivantes ne prétendent donc pas être exhaustives : elles ne veulent que contribuer à inciter à la réflexion; un calcul de rentabilité approfondi de chaque solution alternative envisagée s'avère indispensable pour un projet particulier.

La conception technique d'une adduction d'eau se fait en fonction de son niveau de service prévu. Pour pouvoir choisir la solution la plus avantageuse, il faut résoudre une double série de problèmes d'optimisation (tant au niveau du coût d'investissement que du coût de fonctionnement)

- pour le choix de la solution d'ensemble de l'approvisionnement, et
- pour ses différents éléments composants : installation de prise d'eau, conduite, traitement, réservoirs, réseau de distribution, branchements particuliers et bornes-fontaines, etc...

Un exemple illustrera cette problématique : le captage d'eau dans un fleuve peut être la solution la moins coûteuse en investissement et en fonctionnement parmi les différentes possibilités de prise d'eau; mais, pour l'ensemble du projet d'adduction, cette solution peut s'avérer la plus chère en investissement et en fonctionnement parce qu'elle nécessite non seulement le traitement de l'eau, mais aussi une conduite d'amenée.

I. Base fondamentale : le choix de la source d'eau

L'exigence de propreté de l'eau potable produite et distribuée est d'une influence cruciale sur la conception technique, le coût d'investissement et le coût de fonctionnement d'un projet d'adduction d'eau.

En général, l'eau souterraine ne nécessite pas de traitement pour satisfaire les normes de propreté biologique et chimique. En conséquence, les coûts d'investissement (forages seulement) et de fonctionnement restent relativement modestes. Par contre, l'eau de surface prise dans un lac, un fleuve ou une retenue de barrage doit être soumise à un traitement qui, suivant le type de traitement nécessaire, revient plus ou moins cher : elle nécessite des investissements relativement importants (station de traitement), mais surtout des coûts de fonctionnement considérables (consommation de produits chimiques, carburants). En plus, le risque de pannes et de difficultés de gestion technique est plus grand (en raison de la complexité des installations), et l'approvisionnement régulier en produits chimiques et en pièces de rechange peut poser de sérieux problèmes (paiement en devises, difficultés de transport, etc...).

Or, les évaluations ont mis en évidence qu'il existe une certaine tendance des autorités nationales de concevoir des nouvelles adductions à base de l'eau de surface. La raison en est, qu'en général, le régime des eaux de surface est relativement bien connu. Par contre, les informations hydrogéologiques disponibles dans les pays en voie de développement sont souvent assez pauvres, et les connaissances des ressources en eau sont insuffisantes et inadéquates. Afin d'éviter des risques incalculables, les responsables nationaux préfèrent alors s'accommoder des conséquences désavantageuses du choix de l'eau de surface.

Mais les analyses de cas ont montré qu'une décision pour l'eau de surface ne devrait être prise que si toutes les possibilités d'exploitation d'eau souterraine sont écartées. Dans le cas de l'adduction d'eau de Dakar (prise d'eau dans le lac de Guiers), une solution intermédiaire d'exploitation de forages aurait permis de gagner le temps nécessaire pour réaliser des études approfondies sur les différentes solutions alternatives possibles et pour constater que les réserves en eaux souterraines dans le Cap-Vert sont suffisantes pour satisfaire les besoins de Dakar au moins jusqu'à 1990.

S'agissant d'une décision fondamentale qui constitue souvent un aiguillage de principe pour l'avenir (orientation des investissements futurs) et qui a des répercussions considérables sur la viabilité technique et financière des installations, elle devrait dans tous les cas :

- être basée sur des études approfondies sur les ressources en eau souterraine et de surface (quantités exploitables et qualité de l'eau), et sur les différentes possibilités de leur exploitation. L'exemple de l'adduction d'eau de Lomé (Togo), basée sur l'exploitation de forages, illustre bien l'utilité voire la nécessité de telles études, sans lesquelles on aurait risqué de prendre, pour la solution à long terme, une option pour l'eau de surface du fleuve Sio;
- être justifiée par une analyse économique bien fondée des coûts et avantages des solutions alternatives; l'appréciation économique devient plus importante dans la mesure où le Gouvernement doit concilier les aspects de sécurité d'approvisionnement avec l'utilisation des rares ressources en capital d'investissement disponibles.

En conclusion, on retiendra que, pour la conception de tout projet d'adduction d'eau, une préférence à priori devrait être donnée à l'eau souterraine : d'une façon générale, son exploitation est techniquement plus sûre et plus souple, et financièrement beaucoup moins lourde, tant en investissement qu'en fonctionnement. L'exploitation de l'eau de surface ne devrait être envisagée qu'après avoir écarté toutes les autres possibilités. Pour éviter des décisions erronées, il est donc indispensable de réaliser des études hydrogéologiques et économiques les plus complètes possibles.

II. Les installations de prise d'eau

Si le choix de la source d'eau est d'une importance fondamentale pour la viabilité du projet, le choix des installations de prise d'eau ne l'est pas moins, tout en étant largement fonction de la première décision prise. Les différentes possibilités techniques se rangent comme suit, par ordre croissant de coûts d'investissement pour les installations de prise d'eau : eaux de fleuve ou de lac, eau souterraine, eau de retenue d'un barrage.

- La prise d'eau dans un fleuve présuppose un régime hydraulique permanent, et suffisant même dans les années sèches. La conception technique des installations de captage doit tenir compte des conditions de courant; en conséquence, elle est relativement difficile. Par contre, les installations posent peu de problèmes d'entretien.
- Les installations de prise d'eau souterraine exigent l'exécution de forages, souvent d'une profondeur considérable (par exemple 700 m à Filingué, 600 m à Birni N'Konni au Niger). Celle-ci nécessite une haute qualification d'exécution technique et un matériel très spécialisé. Les groupes de pompage doivent en général être importés; ils entraînent des frais d'énergie non négligeables (notamment dans le cas de groupes Diesel) et exigent une organisation d'entretien efficace (disponibilité de pièces détachées, personnel qualifié).

Les forages ont un avantage notable : ils peuvent en général être implantés à proximité du réseau de distribution, et ne nécessitent en conséquence que des conduites sur de courtes distances. C'est le cas des adductions d'eau de N'Djamena (Tchad), de Lomé (Togo), de Tahoua, Filingué et Birni N'Konni (Niger). Par contre, à Dakar, 65 % de la production totale des forages sont transportés sur une distance entre 30 et 40 km (forages de Sebikotane et de Pout).

- La prise d'eau dans la retenue d'un barrage constitue en général la solution technique la plus onéreuse, notamment en raison du coût de construction du barrage. A Bouaké (Côte d'Ivoire), par exemple, le barrage revenait à 67 % du coût total de l'adduction d'eau (1). En plus, les barrages sont souvent relativement éloignés du réseau de distribution, ce qui se répercute sur le coût de la conduite d'amenée. Par ailleurs, la conception d'un barrage peut poser des problèmes techniques importants : étanchéité du sol, dépôts alluvionnaires, maîtrise du régime hydraulique, etc... Par exemple, à Koudougou (Haute-Volta), les conditions de remplissage du barrage (2) étaient moins favorables que prévu, ce qui a provoqué des pénuries répétées d'eau, malgré une capacité surdimensionnée de 100 % de la retenue.

(1) Projet mis en oeuvre 1963. Les 33 % restant se répartissaient entre la station de traitement et de pompage, une conduite et deux réservoirs.

(2) Barrage de Sambissogo à 8 km de la ville, construit trois années auparavant et intégré, après quelques travaux d'aménagement, dans le projet d'adduction d'eau.

III. La conduite d'eau

A côté de la longueur de la conduite, deux éléments de la conception technique entrent principalement en ligne de compte : le mode de pose et la capacité de la conduite.

1. Mode de pose

La pose en surface risque facilement de subir des incidents de fonctionnement; elle peut avoir des effets nuisibles sur la température de l'eau transportée, et enfin, elle présente un risque plus grand de corrosion.

Ces désavantages peuvent en principe être évités par la pose souterraine. L'exemple de l'adduction d'eau de Dakar (Sénégal) a cependant montré que la pose souterraine n'a pas pu empêcher les nombreuses déprédations dont fût l'objet la conduite entre le lac de Guiers et Dakar : percées de la conduite et des ouvrages annexes, notamment aux emplacements des regards, par des nomades éleveurs ou encore par des villageois, qui cherchaient à s'approvisionner ainsi en eau.

2. La capacité de la conduite est en général fonction de la consommation journalière moyenne prévue, les pointes de la demande journalière pouvant être équilibrées par les réservoirs installés dans le réseau de distribution. La capacité est déterminée par le diamètre et la pression; la dernière peut être créée soit par gravité naturelle, soit par pompage.

3. Problèmes d'optimisation

Il faut trouver la combinaison la plus avantageuse entre le coût de la conduite et celui du pompage. Le problème d'optimisation se présente comme suit :

- Le coût de la conduite

Le coût du matériau de la conduite augmente plus que proportionnellement au diamètre tandis que le coût de pose (creusement du fossé et coût de pose proprement dite) augmente moins que proportionnellement. Au total, le coût de la conduite augmente un peu plus que proportionnellement au diamètre.

- Le coût du pompage

A diamètre égal, l'augmentation de la capacité de la conduite est fonction du carré de la pression; la consommation d'énergie augmente proportionnellement à la pression créée. Il s'ensuit que le coût de pompage augmente beaucoup plus que proportionnellement à la capacité créée.

- Optimisation des coûts

La combinaison la plus avantageuse sera déterminée par les relations fonctionnelles (simplifiées) décrites ci-dessus : d'une façon générale, la création d'une capacité voulue se fera plutôt par l'investissement d'une conduite de grand diamètre que par pompage engendrant la pression nécessaire.

Le problème d'optimisation des coûts devient plus complexe si on cherche la dimension la plus avantageuse de la conduite pour satisfaire des besoins croissants. En général, il sera plus avantageux de s'accommoder d'une seule conduite surdimensionnée au départ que d'envisager la pose échelonnée de deux conduites.

Toutefois, l'existence de deux conduites parallèles peut s'avérer nécessaire dans la mesure où la fusion de l'eau de sources différentes risquerait de provoquer des réactions chimiques inopportunes : par exemple dans l'adduction d'eau de Dakar (Sénégal), les eaux du lac de Guiers et des nappes de Pout pourraient difficilement être mélangées dans une seule conduite.

IV. Le traitement de l'eau

Le traitement de l'eau peut se faire chimiquement et/ou mécaniquement. Dans certains cas, une simple désinfection par hypochlorite peut suffire : le coût de l'installation et de l'utilisation d'hypochlorite est relativement modeste, et le traitement relativement simple et facile à opérer. Par contre, le traitement chimique et mécanique par filtration, décantation, floculation et désinfection est beaucoup plus coûteux en investissement et en fonctionnement.

Une décision importante est à prendre au sujet de l'emplacement des installations de traitement : au commencement ou au bout de la conduite. Le traitement installé à la prise d'eau présente l'avantage d'éviter des dépôts ainsi que des altérations du matériau, qui risquent de réduire la durée de vie de la conduite et/ou d'entraver son fonctionnement technique sans défaut. Pour ces raisons, la station de traitement de l'adduction d'eau de Dakar (Sénégal) a été installée au Lac de Guiers.

Par contre, le traitement installé au commencement de la conduite, loin du réseau de distribution, peut rendre plus difficile son fonctionnement : approvisionnement en produits chimiques, problèmes éventuels de leur transport en saison des pluies, support logistique plus difficile pour l'entretien. Par exemple, la station de traitement au lac de Guiers, en partie accessible par piste de brousse seulement, est coupée de tout approvisionnement pendant plusieurs semaines en saison des pluies.

En général, les produits de traitement chimique doivent être importés; la conception du projet ne devrait pas négliger cet engagement continu de devises.

V. Les réservoirs d'eau

Les réservoirs peuvent être conçus comme châteaux d'eau ou comme réservoirs au sol, suivant la topographie et la fonction qu'ils doivent remplir. Ils servent à

- créer la pression nécessaire de distribution,
- assurer une réserve pour équilibrer les variations de consommation au cours de la journée.

D'une façon générale, la capacité du réservoir ne devrait pas être inférieure à 50 % de la consommation du jour de pointe.

Par analogie avec la conception de la conduite, il se pose un problème d'optimisation de coûts : quelle est la capacité optimale du réservoir? Est-il avantageux de concevoir d'emblée un réservoir d'une capacité plus grande ou de prévoir un échelonnement des capacités devenant successivement nécessaires? En raison du coût de construction élevé des réservoirs, le plus souvent faits en béton, des capacités sur-dimensionnées devraient en général être évitées.

Les évaluations ont montré que quelques châteaux d'eau construits dans des centres secondaires sont sur-dimensionnés : par exemple, la capacité des réservoirs est égale à 6 fois la consommation journalière moyenne à Filingué (Niger), 5 fois à Birni N'Konni (Niger) et 3 fois à Tahoua (Niger). Même à l'horizon envisagé pour la pleine utilisation des installations, et même dans l'optique d'une consommation journalière de pointe extrême dans ces régions sahéliennes, les capacités seront encore plus que suffisantes.

Par contre, dans les grandes villes, où l'évolution de la consommation risque d'être sous-estimée, la capacité de stockage constitue souvent (au moins temporairement) un goulot d'étranglement majeur. Il peut s'agir d'une capacité totale de stockage insuffisante, comme par exemple à Lomé (Togo) où, en 1977 (7.900 m³/j), elle n'atteignait même pas 50 % de la consommation moyenne (17.500 m³/j). Mais il peut aussi s'agir d'une mauvaise répartition des capacités des différents châteaux d'eau : par exemple à Dakar (Sénégal), au début des années soixante, la capacité de certains réservoirs était nettement sous-dimensionnée, bien que la capacité totale de tous les châteaux d'eau fût suffisante.

VI. Le réseau de distribution

L'ensemble du réseau de distribution doit refléter les besoins globaux actuels et futurs, répartis à la fois entre les différents quartiers (densité d'habitation, niveau de vie, etc...) et entre les différents groupes de consommateurs (particuliers, industries, commerces, institutions publiques, etc...).

Un nouveau réseau doit être conçu de façon à pouvoir satisfaire aussi les pointes de consommation au cours de la journée, et à permettre les extensions futures nécessaires. La pose de conduites de distribution dans les agglomérations urbaines coûte en général cher; par conséquent, il est avantageux de prévoir, dès le début, des capacités suffisantes. La conception doit être basée sur les plans d'urbanisme existants ou au moins tenir compte des extensions de l'agglomération prévues à long terme.

La conception de l'extension d'un réseau déjà existant est plus complexe : elle présuppose la connaissance détaillée de la consommation actuelle et future, par différents groupes de consommateurs et par quartiers, faute de quoi tout investissement risque de créer des déséquilibres structurels ou transitoires. L'adduction d'eau de Lomé (Togo) est un exemple à ne pas imiter, où des réparations et/ou des replâtrages continus, sans respect d'un plan directeur détaillé, ont abouti à une situation de déséquilibres permanents.

En ce qui concerne le coût d'investissement du réseau de distribution, sa quote-part dans le coût total d'une adduction d'eau augmente en général en fonction du nombre d'habitants approvisionnés et du niveau de service de l'approvisionnement : il est évident qu'un réseau pour branchements particuliers est plus coûteux qu'un réseau pour bornes-fontaines.

VII. Branchements particuliers et bornes-fontaines

Ainsi que nous l'avons vu (chap. B, pages 24 et suivantes), il revient aux autorités politiques nationales de prendre une option de principe quant au niveau de service des adductions d'eau. En conséquence, l'accent d'un projet pourra être mis soit principalement sur des bornes-fontaines, soit principalement sur des branchements particuliers. Mais la composition relative d'un réseau mixte est également fonction de la capacité des consommateurs de payer à son prix réel l'installation (ou la location) des branchements particuliers ainsi que l'eau consommée.

Dans une première phase, pour répondre aux besoins primaires d'une population dépourvue d'un approvisionnement permanent en eau potable, l'installation d'un réseau de bornes-fontaines, complété éventuellement par un nombre restreint de branchements particuliers, apparaît comme la solution la plus appropriée, sinon la seule solution possible. Dans une deuxième phase, parallèlement à l'évolution du niveau économique et social de la population d'un centre urbain, la mise à disposition d'un nombre croissant de branchements particuliers devient indispensable. Le problème de la composition relative du réseau mixte devient alors de plus en plus complexe, notamment dans les grandes villes. En effet, plus les différents quartiers sont équipés de branchements particuliers, moins ils ont besoin de bornes-fontaines. Par contre, de nouveaux quartiers peuvent nécessiter soit des branchements particuliers, soit des bornes-fontaines, soit un mélange des deux.

En conséquence, pour la conception technique d'un réseau mixte dans une grande ville, le problème majeur consiste surtout en l'installation du réseau de bornes-fontaines en fonction des besoins résiduels et/ou nouveaux à satisfaire. Les évaluations ont montré que la plupart des bornes-fontaines sont installées dans les quartiers lotis, où beaucoup d'habitants peuvent se procurer l'eau du branchement particulier d'un voisin, soit gratuitement, soit en l'achetant (1). Par contre, peu ou même pas de bornes-fontaines

(1) Il apparaît que la population cherche ainsi à recréer en milieu urbain une situation traditionnelle qui fonde la quête et la distribution de l'eau sur les relations sociales et familiales. Cela pourrait expliquer le léger discrédit qui semble atteindre ceux qui - faute de liens sociaux - doivent aller à la borne-fontaine.

du tout sont installées dans les quartiers non lotis para-urbains en voie d'expansion démographique rapide, où les besoins en eau se font sentir le plus intensivement. En effet, les aménagements urbanistiques, et en conséquence, aussi l'installation de réseaux de bornes-fontaines (sans parler de réseaux de branchements particuliers) retardent en général sur l'évolution rapide des besoins dans les habitations installées sans ordre de ces agglomérations périphériques.

En conclusion, la conception d'un réseau mixte doit attacher une importance particulière à la satisfaction des besoins des couches les plus défavorisées de la population urbaine :

Le réseau de bornes-fontaines doit

- satisfaire les reliquats des besoins dans les quartiers lotis, c'est-à-dire les besoins qui ne sont pas satisfaits par les branchements particuliers; techniquement, les bornes-fontaines peuvent facilement être branchées (à coûts négligeables) sur le réseau de distribution existant;
- satisfaire les besoins vitaux dans les quartiers non lotis. Faut de réseau de distribution existant, ceci peut techniquement se faire par l'installation de simples réseaux pas trop coûteux de bornes-fontaines quitte à les démolir et remplacer lors des aménagements d'infrastructure ultérieurs ; il serait également concevable d'installer alternativement ou parallèlement des petits forages autonomes avec pompe à main, si les conditions hydrogéologiques le permettent.

En ce qui concerne l'implantation des bornes-fontaines, on retiendra comme valeur indicative qu'une borne-fontaine ne devrait pas approvisionner plus de 500 à 1.500 habitants, et que la distance la plus grande aux consommateurs ne devrait pas dépasser les 250 à 300 m. Dans ces conditions, une capacité moyenne de 25 m³/j devrait être en général suffisante.

VIII. Abreuvoirs intégrés dans une adduction d'eau urbaine

Dans les zones sahéliennes, il pourrait théoriquement paraître utile de profiter des installations d'une adduction d'eau pour créer des facilités d'abreuvement du bétail. L'exemple du Niger montre cependant qu'aucun des abreuvoirs intégrés dans les adductions d'eau des centres secondaires (Tahoua, Birni N'Konni, Filingué) n'est utilisé. La raison est très simple : les adductions d'eau sont gérées par la société de gestion NIGELEC, qui vend l'eau; or, ni les éleveurs nomades, ni les propriétaires d'animaux en ville ne sont disposés à payer l'eau s'ils peuvent l'obtenir gratuitement ailleurs : soit aux puits ruraux, soit aux forages pastoraux (dans le cas du Niger exploités par l'OFEDS). D'autre part, la municipalité ou la préfecture n'ont ni les moyens financiers ni l'intérêt à prendre en charge les ventes d'eau de la NIGELEC pour l'abreuvement du bétail.

En conclusion, un système d'abreuvement ne devrait être inclus dans une adduction d'eau urbaine que si les deux groupes de consommateurs peuvent être traités à égalité : soit par distribution gratuite, soit par vente de la totalité de l'eau produite.

IX. Pertes d'eau et investissements d'extension

Les évaluations ont mis en évidence que les pertes d'eau d'une installation d'approvisionnement sont parfois considérables. On peut distinguer :

- de vraies pertes d'eau par des fuites dans le système, causées par des carences techniques de la conception, des matériaux utilisés, de l'entretien, etc... Ces quantités d'eau sont ainsi dérobées à la consommation;
- de fausses "pertes" d'eau causées par une gestion technique et/ou administrative lacunaire : défauts et imprécision de compteurs, relevés incomplets de compteurs, non-facturation de certaines consommations, prises d'eau illégales, etc... Ces quantités sont réellement consommées, mais elles sont "perdues" par rapport à la production d'eau et perdues pour les recettes de l'organisme de gestion.

Si des vraies pertes de ± 10 % doivent être considérées comme normales, les pertes d'eau totales (vraies et fausses pertes) atteignent parfois des extrêmes de 30 et même de 50 %.

Dans certains cas, des investissements d'extension de l'ensemble ou d'éléments composants d'une adduction d'eau ne deviennent apparemment nécessaires qu'en raison de pertes d'eau considérables, donc en réalité en raison d'une sous-utilisation des capacités existantes.

En conséquence, avant de concevoir et de réaliser des investissements d'extension, il importe d'étudier attentivement toutes les possibilités d'améliorer le rendement des installations existantes : il s'agit

- d'examiner les causes des pertes d'eau, et
- de rechercher les remèdes appropriés, soit par la réparation d'installations défectueuses, soit par l'amélioration de la gestion technique et/ou administrative (voir aussi page 51).

X. Etudes détaillées indispensables

Il se dégage des paragraphes précédents que la conception technique d'une adduction d'eau doit être basée sur des études hydrogéologiques, techniques et socio-économiques préalables les plus complètes possibles :

- études sur les ressources en eau souterraine et de surface, et les possibilités de leur exploitation;
- études approfondies sur l'ensemble et les éléments composants de la conception technique des installations existantes et à prévoir;
- études de viabilité technique et de rentabilité financière, déterminant le coût d'investissement ainsi que les frais de fonctionnement et d'entretien des différentes solutions techniques alternatives possibles.

Si un projet doit être réalisé d'urgence, il devrait être conçu de façon à s'intégrer dans une solution globale à long terme. Si une telle solution à long terme n'est pas encore déterminée, le projet devrait répondre au mieux à l'exigence de flexibilité et de possibilité d'extension.

D. STRUCTURES INSTITUTIONNELLES ET FINANCIERES

I. Compétences politiques

Dans la majorité des pays visités, les compétences politiques pour l'ensemble des questions de l'eau potable (approvisionnement en eau urbain et villageois, évacuation des eaux usées) sont partagées entre plusieurs Ministères, autorités et/ou organismes spécialisés nationaux et/ou locaux, etc... Il en résulte une série d'inconvénients, notamment :

- de formuler une politique de l'eau potable équilibrée et harmonieuse,
- de coordonner la programmation et la mise en oeuvre de tous les investissements dans ce domaine,
- d'assurer la cohérence de la gestion de toutes les installations.

En conséquence, la compétence politique pour toutes les questions de l'eau potable devrait relever, dans la mesure du possible, d'une seule autorité, au niveau national. Cette autorité est appelée à :

- formuler les principes et les objectifs de la politique de l'eau potable;
- assurer la planification à long terme du développement du secteur;
- surveiller la mise en oeuvre des programmes;
- surveiller la gestion technique et financière des installations, y compris toutes les questions relevant de la tarification (structure, niveau, réajustements, etc...);
- assurer la coordination avec d'autres organismes dont les activités ont des répercussions sur le secteur de l'eau.

La Côte d'Ivoire dispose d'une telle autorité unique : Le Service Autonome de l'Hydraulique, S.A.H., créé en 1973, a remplacé les diverses structures administratives qui existaient jusqu'alors.

A défaut d'une concentration des compétences politiques, la coordination rigoureuse entre les divers organismes compétents est indispensable. Une coordination interministérielle est pratiquée dans plusieurs pays, avec plus ou moins de succès. Exemples : Comité de Coordination de l'Hydraulique au Tchad, Commission Nationale de l'Eau au Niger, Comité Interministériel de l'Eau en Haute-Volta (1).

II. Gestion de l'eau

Les organismes de gestion de l'eau ne peuvent convenablement réaliser les objectifs de la politique de l'eau que

- s'ils disposent de structures appropriées de gestion,
- si leurs compétences vis-à-vis de l'Etat sont clairement définies, et si leur viabilité financière est garantie.

1. Structures de gestion

Dans la plupart des pays visités, un seul organisme de gestion est chargé de l'exploitation de toutes les adductions d'eau urbaines : la SODECI en Côte d'Ivoire, la SONEES au Sénégal, etc... Par contre, au Niger par exemple, les compétences sont partagées entre la NIGELEC (exploitation des adductions d'eau rentables des grandes villes et de certains centres secondaires) et l'OFEDES (gestion des approvisionnements en eau non rentables des petits centres secondaires) (2).

Dans un cas, la société de gestion des adductions d'eau urbaines est également chargée de la gestion des installations de l'approvisionnement en eau des villages (SODECI en Côte d'Ivoire).

Dans certains cas, la société de gestion des adductions d'eau est aussi chargée de l'assainissement (SONEES au Sénégal), dans d'autres l'approvisionnement et l'évacuation des eaux usées sont partagées entre deux gestionnaires (SODECI et SETU en Côte d'Ivoire).

(1) En cours d'établissement

(2) La NIGELEC est en premier lieu une société d'électricité pour laquelle l'eau ne constitue qu'un sous-produit de l'utilisation des installations mises en place pour la production d'électricité. En conséquence, elle ne prend les petites adductions d'eau en charge qu'après installation de l'électricité.

En principe, la solution la plus rationnelle paraît être de confier tous les services d'approvisionnement en eau, urbains et villageois, et d'évacuation des eaux usées à un organisme de gestion unique au niveau national : en effet, la planification, la mise en oeuvre et l'exploitation de ces installations demandent le même type de spécialisation technique. Par ailleurs, un seul organisme de gestion facilite la réalisation cohérente de la politique de l'eau. S'il n'est pas possible de regrouper tous ces services dans une structure unique, au moins un seul organisme de gestion devrait être chargé de l'exploitation de toutes les adductions d'eau urbaines.

2. Compétences de l'organisme de gestion

Les évaluations ont souligné les difficultés, de l'organisme de gestion, de concilier

- les objectifs sociaux de la politique de l'eau : approvisionner le plus grand nombre de consommateurs au moindre prix possible, avec
- les exigences d'une gestion financière saine et équilibrée.

D'une façon générale, on peut dire que seule la plus grande indépendance financière et liberté d'action possible permettrait une gestion saine sur base de principes commerciaux. De ce point de vue, l'idéal serait que l'organisme de gestion puisse lui-même fixer les tarifs, quoique dans le cadre de directives et contrôles, décider de ses investissements, et réaliser de façon indépendante son exploitation financière.

Il est évident que, dans la pratique, une telle indépendance ne peut pas être attribuée à un organisme appelé à fournir des services sociaux. Cependant, si l'Etat met au premier plan les aspects sociaux, et s'il se réserve le droit exclusif de décider sur le niveau des tarifs et sur les nouveaux investissements, il doit aussi prendre les dispositions nécessaires pour garantir la viabilité financière de l'organisme de gestion.

En conséquence, le contrat (de gérance, de concession, d'affermage) conclu entre l'autorité concédante et l'organisme de gestion revêt une importance fondamentale : il doit stipuler, de façon claire et indubitable, les compétences respectives, notamment au sujet

- des services d'approvisionnement en eau que l'organisme de gestion doit garantir,
- du pouvoir de décision sur les investissements,
- de la gestion financière (conditions de fixation et d'ajustement des tarifs, subventions éventuelles de l'Etat, dotations aux amortissements, etc...),
- de la gestion technique (entretien, réparations, renouvellements, etc...).

3. Efficiences de l'organisme de gestion

Dans le cadre des compétences respectives bien définies, l'efficacité de l'organisme de gestion ne dépend pas seulement de l'existence d'une structure unique au niveau national, mais encore d'autres conditions, à savoir :

- d'une forme de gestion propice à un "management" dynamique,
- d'une structure d'organisation appropriée avec une répartition raisonnable des fonctions entre les niveaux central, régional et local,
- de la qualification professionnelle du personnel technique et administratif à tous les niveaux, et de son perfectionnement par des programmes efficaces de formation et de recyclage,
- d'un régime strict de gestion technique et administrative.

III. Formes de gestion

La gestion de l'eau peut être confiée, soit à un service de l'administration, soit à une société spécialisée. Etant donné que les administrations ne disposent généralement pas du personnel spécialisé nécessaire, la gestion des adductions d'eau urbaines est normalement confiée, par le biais de régie, gérance, affermage ou concession, à une ou plusieurs sociétés de gestion.

Il n'existe pas une forme de gestion idéale pour l'exploitation des adductions d'eau, applicable telle qu'elle dans un pays ou une région; il y a plutôt lieu de prendre en compte les particularités de chaque situation. L'évaluation n'ayant porté que sur des pays francophones d'Afrique, les différentes formes de gestion rencontrées et présentées ci-après sont largement empreintes par les conceptions du droit administratif français relatif aux services publics (voir tableau page 47).

1. La régie

La régie est chargée, par l'autorité concédante, de faire fonctionner et d'entretenir des installations publiques. Exemple : La RNET au Togo. En principe, la régie obtient le remboursement pur et simple des frais de fonctionnement, d'entretien, de réparation et de petits travaux d'extension, et le versement d'une indemnité pour le service rendu.

Au lieu de prévoir seulement le remboursement des frais de réparation et d'extension, le contrat peut autoriser la régie à comptabiliser comme dépense un certain taux d'amortissement sur toutes les installations gérées par elle : les montants ainsi dégagés servent non seulement à financer des petits travaux de réparation et d'extension, mais également, en cas de besoin, à soulager les besoins de trésorerie.

2. La gérance

Le gérant est chargé de faire fonctionner et d'entretenir, au nom et pour le compte de l'autorité concédante, les installations financées et édifiées par celle-ci, avec souvent une participation du gérant. Exemples : la NIGELEC (Niger), la STEE (Tchad), la SNE (Haute-Volta). En principe, le gérant obtient une rémunération forfaitaire fixe ou proportionnelle à la quantité d'eau produite ou vendue. Cette rémunération couvre les frais de fonctionnement. Le service rendu par le gérant est rémunéré par l'excédent du forfait sur les frais de fonctionnement.

Le gérant peut être tenu à assurer des réparations et des petits travaux d'extension. A cette fin, le gérant peut comptabiliser des amortissements sur toutes les installations gérées par lui, sans égard à la source ou aux conditions de financement de ces installations (Etat, aide extérieure, gérant; prêt, subvention). Evidemment, les dotations aux amortissements permettent aussi de constituer une réserve de trésorerie de la gérance.

3. L'affermage

L'autorité concédante confie au fermier le droit exclusif d'exploiter les installations existantes ou à créer, et restant la propriété de l'autorité concédante. Le fermier est chargé, à ses frais, du fonctionnement, de l'entretien et du renouvellement de ces installations. Les recettes reviennent au fermier. La rémunération du service rendu par le fermier est constituée par le bénéfice net de l'exploitation. Exemple : la SODECI en Côte d'Ivoire.

Si en principe, le renouvellement est à la charge du fermier, en Côte d'Ivoire par exemple, la réalisation des ouvrages d'une longue durée de vie (forages, gros génie civil, barrages, etc...) est prise en charge par l'autorité concédante.

4. La concession

L'autorité concédante confie à la concession le droit exclusif d'exploiter les installations existantes ou à créer. L'autorité concédante reste propriétaire des anciennes installations, tandis que le concessionnaire devient propriétaire des nouvelles installations réalisées par lui-même. Le concessionnaire est chargé, à ses frais et à ses risques, d'assurer le fonctionnement et l'entretien, et de réaliser les nouveaux ouvrages nécessaires. Les recettes reviennent au concessionnaire. La rémunération du concessionnaire est constituée par le bénéfice net de l'exploitation. Exemple pour une concession adaptée : la SONEES au Sénégal.

LES DIFFERENTES FORMES DE GESTION DES ADDUCTIONS D'EAU

	Régie	Gérance	Affermage	Concession
Propriété des - installations anciennes - installations nouvelles	autorité concédante autorité concédante	autorité concédante autorité concédante	autorité concédante autorité concédante	autorité concédante concessionnaire
Contenu du contrat conclu entre l'autorité concédante et l'organisme de gestion	régie chargée de faire fonctionner et entretenir les installations publiques	gérance chargée de faire fonctionner et entretenir les installations publiques <u>au nom et pour le compte de l'autorité concédante</u>	droit exclusif d'exploiter, à ses frais, les installations; fermier chargé du fonctionnement, de l'entretien, et du <u>renouvellement</u>	droit exclusif d'exploiter, à ses frais et à ses risques, les installations; concessionnaire chargé du fonctionnement de l'entretien et de la <u>réalisation de nouveaux ouvrages</u>
Rémunération pour les frais de fonctionnement et d'entretien	remboursement frais de - fonctionnement - entretien - réparations	rémunération forfaitaire pour - fonctionnement - entretien	recettes des ventes d'eau	recettes des ventes d'eau
Rémunération pour le service rendu ("profit")	versement d'une indemnité	excédent du forfait sur les frais de fonctionnement	bénéfice net de l'exploitation	bénéfice net de l'exploitation
Provisions pour réparations et petits travaux d'extension - en principe - dans certains cas	- autorité concédante - régie	- autorité concédante - gérance	- fermier - autorité concédante pour investissements importants	- concessionnaire - autorité concédante pour investissements importants
Provisions pour renouvellement	autorité concédante	autorité concédante	fermier	concessionnaire
Service des prêts (remboursements et intérêts)	autorité concédante	autorité concédante	autorité concédante	concessionnaire; dans certains cas autorité concédante
Exemple	RNET (Togo)	NIGELEC (Niger) STEE (Tchad) SNE (Haute-Volta)	SODECI (Côte d'Ivoire)	SONEES (Sénégal)

5. Vue d'ensemble

Quelle est la forme de gestion la plus appropriée? Pour trouver une réponse à cette question, les différentes formes de gestion seront comparées sur la base des trois critères suivants : pouvoir de décision sur les investissements, viabilité financière, gestion commerciale.

(a) Pouvoir de décision sur les investissements

En principe, le volume et le type des investissements à faire sont décidés par l'autorité concédante dans les cas de régie, de gérance, et même (au moins pour les grands ouvrages) de l'affermage. L'avantage est que l'Etat peut ainsi décider en fonction des nécessités sociales et des objectifs politiques visés. Le danger est cependant qu'il risque de ne pas suffisamment tenir compte des contraintes techniques et financières de l'exploitation, et de choisir des installations sur-dimensionnées, coûteuses en fonctionnement, et/ou difficiles à entretenir.

Par contre, le concessionnaire prend lui-même les décisions sur les investissements, mais il peut être incité à limiter les nouveaux investissements pour ne pas trop grever sa marge de profit. Du point de vue social, et partant surtout dans les pays en voie de développement, la forme de la concession serait donc discutable.

(b) La viabilité financière

La viabilité financière dépend en premier lieu des tarifs, dont la fixation est indépendante de la forme de gestion. Mais d'autres éléments, déterminés par la forme de gestion, ont une influence sur la viabilité financière :

- Les provisions financières sont en général prises en charge par le propriétaire des installations : le service des prêts (remboursements et intérêts afférents aux emprunts) est assuré par l'autorité concédante dans les cas de régie, gérance et affermage, mais (en principe) par le concessionnaire dans le cas de la concession.

- Les provisions pour renouvellement, pour réparations et petits travaux d'extension sont en principe prises en charge par l'autorité concédante dans les cas de régie et de gérance, mais par le gestionnaire dans les cas d'affermage et de concession.
- Les amortissements techniques sont en général revendiqués par le gestionnaire. C'est tout à fait normal dans les cas d'affermage et de concession, où le gestionnaire est tenu de prendre en charge les renouvellements. Par contre, dans les cas de régie et de gérance, où ces renouvellements incombent à l'autorité concédante, les contrats permettent néanmoins au gestionnaire, de comptabiliser des dotations aux amortissements pour lui permettre l'autofinancement de petits travaux de réparation et de renouvellement nécessaires, mais aussi pour couvrir ses besoins de trésorerie.

Il est évident que cette possibilité, accordée au gestionnaire, de comptabiliser des amortissements sur des installations dont il n'est pas le propriétaire, favorise une certaine négligence dans la gestion commerciale. En effet, la réserve de trésorerie créée par ces amortissements est susceptible de dispenser le gestionnaire, dans un certain sens, de la nécessité d'appliquer un régime très strict de paiement des factures et de rentrée des impayés.

(c) La gestion commerciale

Les deux éléments susmentionnés ne permettent pas de prononcer un choix sur la forme de gestion la plus appropriée. Dès lors, la gestion commerciale devient le facteur décisif. Il est très important que le gestionnaire puisse agir comme une entreprise privée : pour assurer la gestion la plus efficiente, il doit être motivé par la possibilité de faire des bénéfices raisonnables.

Or, ni la régie, ni la gérance ne permettent à quelqu'un de tirer profit d'une bonne gestion. Par contre, l'affermage et la concession sont plus favorables à un "management" efficient : les bénéfices de la gestion peuvent profiter aux détenteurs du capital (aussi bien étrangers que nationaux), ou les dirigeants de la société de gestion peuvent être rémunérés pour partie sous forme de participation aux bénéfices, etc... En plus, les sociétés de gestion privées ou d'économie

mixte (SODECI en Côte d'Ivoire) ont tous les avantages de souplesse administrative ainsi que de flexibilité dans le recrutement et la gestion de personnel qualifié technique et administratif.

(d) Résumé

La comparaison des différentes formes de gestion a montré que dans le cadre des obligations sociales stipulées par le contrat (de régie, de gérance, de concession), le service public d'approvisionnement en eau peut être simplement "administré" sans aucune incitation à tirer profit d'une bonne gestion, ou il peut être "géré" comme une entreprise privée ayant la possibilité de faire des bénéfices raisonnables. Compte tenu de ces considérations, les formes d'affermage et de concession apparaissent plus propices à une gestion sur base de principes commerciaux que les formes de régie et de gérance.

IV. Structures d'organisation

La société de gestion peut laisser une indépendance considérable à ses services à l'échelon local. Toutefois, vu l'insuffisance générale de moyens financiers des municipalités et des moyens en personnel qualifié, dans de nombreux pays, la création de structures trop petites (à chaque niveau local), trop dispersées et/ou trop spécialisées devrait être évitée.

Une organisation centrale à l'échelon national avec une certaine décentralisation des différents services paraît être la forme la plus appropriée. L'exemple de la SODECI (Côte d'Ivoire) revêt un caractère modèle : sa forme d'organisation

- garantit une répartition appropriée des fonctions entre les niveaux central (direction, administration, services du personnel, comptabilité, etc...), régional et local (fonctions administratives élémentaires, nouveaux abonnés, relevé des compteurs, présentation des factures, résiliations, etc...);

- permet au niveau local une présence limitée mais permanente de fonctions techniques courantes (exploitation et entretien);
- permet d'assurer les autres fonctions techniques à remplir sur place (grosses réparations, inspection des installations) par des équipes itinérantes à partir des directions régionales.

V. Personnel

L'efficacité de l'organisme de gestion dépend largement de la qualification professionnelle du personnel technique et administratif, à tous les niveaux.

Vu le manque général de personnel qualifié d'une part, et vu le caractère évolutif des services de l'eau d'autre part, la formation, le perfectionnement et le recyclage du personnel de toutes les spécialisations est une tâche fondamentale très importante pour la plupart des pays :

- cadres : ingénieurs, techniciens, chimistes, bactériologistes, administrateurs, comptables, etc...
- personnel de maîtrise : puisatiers, mécaniciens, etc...
- personnel local : mécaniciens, opérateurs, plombiers, maçons, etc...

La formation, le perfectionnement et le recyclage peuvent se faire sur le tas, soit dans le cadre de l'exploitation courante des installations, soit dans le cadre de la réalisation de nouvelles installations. Ils peuvent également se faire par des programmes spécifiques d'assistance technique ou par des cours d'enseignement spécialisé dans le pays même, ou en Europe, cette dernière possibilité devant être réservée aux candidats les plus qualifiés appelés à occuper des postes de direction. Les sociétés de gestion devraient être astreintes de créer des institutions de formation professionnelle pour leur propre personnel.

L'efficience de l'organisme de gestion dépend également du statut du personnel. D'une façon générale, un statut privé paraît toujours préférable à un statut de fonction publique : plus grande souplesse, procédures administratives moins lourdes de recrutement, de détachement, de licenciement, etc... En ce qui concerne la rémunération, elle doit être compatible avec les occupations concurrentielles, pour éviter le débauchage du personnel qualifié.

VI. Régime strict de gestion technique et administrative

Quelle que soit la forme de gestion et quelles que soient, en conséquence, ses possibilités de gestion commerciale, l'efficience de l'organisme chargé de l'exploitation des adductions d'eau dépend aussi d'un régime strict et efficace de gestion technique et administrative.

Un régime strict de gestion technique présuppose notamment :

- au stade de la conception et de la mise en oeuvre des investissements : la définition minutieuse des spécifications techniques des installations, le contrôle de la qualité des matériaux utilisés, la surveillance méticuleuse de l'exécution des travaux;
- au stade de l'exploitation : l'entretien et la surveillance réguliers et efficaces de toutes les installations, c'est-à-dire le contrôle rigoureux du rendement technique; ceci nécessite cependant l'existence de personnel technique qualifié à tous les niveaux, de structures d'organisation appropriées, de stocks suffisants de pièces de rechange, etc...

Une gestion administrative efficace nécessite un régime très strict de relevés des compteurs et de facturation, de coupures promptes en cas de non-paiement des factures, etc... A ce dernier sujet, l'organisme de gestion doit aussi avoir le pouvoir de s'imposer aux consommateurs, notamment aux institutions publiques, ce qui en réalité fait souvent défaut.

E. STRUCTURES ET PRINCIPES DE TARIFICATION

La viabilité financière de l'organisme de gestion dépend en premier lieu des tarifs. Le niveau et la structure des tarifs revêtent donc une importance fondamentale.

L'évaluation a montré une grande diversité des systèmes de tarification en vigueur (tableau Annexe 6). Quelques éléments caractéristiques communs permettent d'en dégager des enseignements sur les différents tarifs possibles.

I. Les tarifs au consommateur en vigueur (1)

Les tarifs au consommateur en vigueur varient, dans les pays visités, entre 45 FCFA/m³ (Togo), 119 FCFA/m³ (Côte d'Ivoire) et 120 FCFA/m³ (Tchad). Différentes formes de tarification sont pratiquées; on notera surtout les tarifs proportionnels (en fonction des quantités), et les tarifs de base et forfaitaires.

1. Tarifs proportionnels

En général, les tarifs s'appliquent à la quantité d'eau consommée. Différents types de tarifs sont possibles :

- tarif unique pour toutes les adductions d'eau urbaines d'un pays. Exemple : 45 FCFA/m³ au Togo, 70 FCFA/m³ en Haute-Volta;
- tarifs régionalement différents, variant, par exemple, entre 55 et 95 FCFA/m³ pour les différentes villes au Niger, ou entre 52 et 120 FCFA/m³ (2) pour les centres urbains au Tchad;
- tarifs modulés,
 - . soit en fonction de groupes de consommateurs (particuliers, administrations, bornes-fontaines, port, industries, commerce, etc...), et variant, par exemple, entre 33 et 105 FCFA/m³ au Sénégal;

(1) Tarifs en vigueur en 1976 ou 1977

(2) Sans taxe

- . soit en fonction des quantités de consommation, et variant, par exemple, entre 119 et 45 FCFA/m³ en Côte d'Ivoire; la modulation peut être soit dégressive soit progressive.

2. Tarifs de base et forfaitaires

Le tarif en fonction des quantités est en général le facteur le plus important mais pas le seul déterminant des recettes provenant de la vente d'eau. En général, certains tarifs de base sont perçus, par exemple sous forme de taxe d'abonnement ou de taxe de location du compteur.

Dans la majorité des pays visités, le coût total d'un branchement particulier est intégralement facturé à l'abonné. Vu le montant s'élevant facilement, par exemple, à + 30.000 FCFA au Niger et en Haute-Volta, ou à + 65.000 FCFA au Tchad, pour un compteur de faible diamètre, cette facturation constitue un élément important de freinage de la consommation.

Pour remédier à cet inconvénient, des mesures d'incitation à la vente d'eau ont été prises dans certains pays :

- vente de "branchements sociaux" à 15 % du coût, cette tranche étant considérée en tant qu'avance sur la consommation (Côte d'Ivoire, en 1976);
- location de branchements : installation gratuite ou facturation à un barème préférentiel (Niger).

La différence entre le prix facturé et le coût est supportée par un fonds alimenté soit par une surtaxe sur la consommation (Côte d'Ivoire), soit par les dotations aux amortissements effectuées par la société de gestion (Niger).

II. Principes de tarification

Le tarif au consommateur ne constitue pas nécessairement la recette propre de la société de gestion; il peut plutôt comprendre une série de prélèvements spécifiques dont les fonds

sont destinés à des fins diverses. La question est donc : quelle est la fonction du tarif et quels sont les principes sur lesquels la tarification la plus appropriée doit être basée?

1. Principe de couverture des coûts

Dans de nombreux pays, les populations et les Gouvernements ont tendance à considérer l'accès à l'eau potable comme un droit humain; par conséquent, l'approvisionnement en eau est souvent considéré comme un service social pour lequel rien ou un minimum seulement doit être payé. Mais il est aussi de plus en plus reconnu que cette attitude devra être changée : que l'eau potable n'est pas un bien libre, que l'Etat n'est pas obligé à fournir ce service gratuitement, que l'eau doit être payée à son coût réel.

Dans ce sens, le système des tarifs doit permettre de financer le fonctionnement (dans le sens le plus large du mot) des installations de production et de distribution d'eau. Cette couverture des coûts peut être visée à deux niveaux :

- Au niveau de l'organisme de gestion, le tarif doit permettre d'assurer seulement le fonctionnement, l'entretien, les réparations et les petites extensions des installations. Dans certains cas, cette partie "gestion" est égale au tarif final au consommateur (Niger, Togo); dans d'autres, cette partie "gestion" n'est qu'une fraction du tarif final (56,8 FCFA sur 119 FCFA en Côte d'Ivoire, 62,5 FCFA sur 105 FCFA au Sénégal).
- Au niveau de l'Etat, le tarif doit non seulement permettre de couvrir le coût de fonctionnement, mais aussi d'assurer le service de la dette (intérêts et remboursements sur les emprunts contractés) et l'amortissement technique du capital investi (provisions pour le renouvellement des installations).

A cette fin, le tarif peut comprendre des surtaxes pour alimenter

- un fonds pour le financement des travaux de renouvellement ou d'extension; exemple : 8,0 FCFA/m³ à Dakar (Sénégal);

- un fonds pour couvrir les charges financières (intérêts et remboursements afférents aux emprunts contractés) de tous les investissements réalisés; exemple : 30 FCFA/m³ à Dakar (Sénégal).

Dans les pays visités, les tarifs couvrent les coûts de fonctionnement et le service de la dette seulement en Côte d'Ivoire et au Sénégal.

Le tarif peut également servir à récolter des fonds permettant de réaliser des activités liées à l'approvisionnement en eau, par le moyen par exemple d'une :

- surtaxe assainissement, destinée à couvrir les charges de fonctionnement et les charges financières afférentes aux installations d'évacuation des eaux usées; exemple : 14,9 FCFA/m³ en Côte d'Ivoire;
- surtaxe éducation sanitaire, destinée à financer des programmes d'action dans ce domaine; exemple : 1,0 FCFA/m³ en Côte d'Ivoire, dont 0,7 FCFA/m³ sont versés à l'Office National de Promotion Rurale, chargé d'un vaste programme d'éducation de la population rurale en hygiène sociale, et 0,3 FCFA/m³ sont mis à disposition du Ministère de la Santé pour le contrôle permanent de la qualité de l'eau;
- surtaxe municipale, permettant aux municipalités d'assurer certaines tâches liées à la distribution d'eau; exemple : entre 2,4 et 9,0 FCFA/m³ en Côte d'Ivoire.

2. Contraintes sociales et économiques

Le principe de couverture des coûts pourrait amener à fixer le tarif de chaque adduction d'eau séparément, sur base de son coût de production et de distribution particulier. Dans certains pays, cette règle se trouve appliquée, au moins partiellement. Au Niger, le tarif dans la capitale (Niamey) est de 55 FCFA/m³, à Zinder et dans plusieurs centres secondaires de 95 FCFA/m³. Au Tchad, le prix de l'eau est de 52 FCFA/m³ dans la capitale (N'Djamena) et de 120 FCFA/m³ dans certains centres secondaires.

Il est évident que de telles structures de tarifs se prêtent à des conflits avec les objectifs sociaux et économiques de l'approvisionnement en eau : tout en reflétant les coûts de fonctionnement réels, elles ne tiennent pas compte des différences de capacité de paiement des consommateurs, elles favorisent les grandes villes et défavorisent les centres secondaires. En effet, les tarifs relativement élevés sont difficiles à supporter par la population, et risquent non seulement de grever le développement économique et social des centres secondaires, mais aussi de freiner le passage souhaité des sources d'eau traditionnelles à l'approvisionnement en eau potable.

On retiendra que le niveau des tarifs ne doit pas trop s'écarter du niveau de vie de la population concernée. De ce point de vue, il serait plus logique d'appliquer, dans les grandes villes, des tarifs supérieurs à ceux dans les centres secondaires.

Une telle adaptation de certaines structures tarifaires existantes ne risquerait guère d'avoir des conséquences désavantageuses sur la demande. En effet, toutes les expériences faites montrent que l'augmentation du tarif ne provoque pratiquement pas de réduction des ventes. En d'autres mots : l'élasticité de la demande d'eau par rapport à l'augmentation du tarif est très faible. Par contre, le tarif doit être suffisamment modéré pour encourager la consommation autant que possible. Les expériences montrent, en effet, que la demande est susceptible d'augmenter suite à une diminution du tarif : l'élasticité de la demande d'eau par rapport à une baisse du tarif est très élevée; elle est cependant plus élevée pour les branchements particuliers que pour les bornes-fontaines (1).

3. Solutions possibles : péréquation et modulation des tarifs

Pour tenir compte des contraintes sociales et économiques, et pour encourager la consommation autant que possible, deux solutions de tarification s'offrent :

(1) Les problèmes de l'élasticité de la demande d'eau par rapport au prix, mais aussi par rapport au revenu, mériteraient une étude approfondie qui dépasserait le cadre de cette évaluation sectorielle.

(a) Péréquation au niveau national

La péréquation permet d'équilibrer, au niveau national, la tarification de toutes les adductions d'eau. Dans ce cas, le tarif unique, ou la structure tarifaire, est établi de façon à couvrir la moyenne de la totalité des coûts : les bénéfices résultant, par exemple, des ventes d'eau dans la capitale ou dans les grandes villes permettent ainsi de subventionner les centres de l'intérieur, où les conditions d'exploitation sont moins favorables. Un tel tarif favorise les populations dans les centres secondaires situés en zones rurales et est davantage adapté à la situation économique plus favorable des consommateurs dans les grandes villes.

Dans le cas du Niger, par exemple, une telle péréquation pourrait se faire soit par un tarif unique entre les deux extrêmes actuels (55 et 95 FCFA/m³), soit par une structure de tarifs inverse de la structure actuelle (95 FCFA/m³ à Niamey et 55 FCFA/m³ dans les centres secondaires); par ailleurs, la péréquation pourrait dans ce cas inclure les petites adductions d'eau non rentables actuellement gérées par l'OFEDS dont le fonctionnement dépend encore des subventions de l'Etat.

Evidemment, la péréquation peut être établie

- soit au niveau de l'organisme de gestion : couverture de la moyenne de toutes les charges de fonctionnement,
- soit au niveau de l'Etat : couverture de la moyenne de tous les coûts de fonctionnement et de toutes les charges financières. Cette formule est réalisée en Côte d'Ivoire, où la péréquation inclut même l'exploitation des installations de l'approvisionnement en eau des villages.

(b) Modulation des tarifs

La tarification peut davantage être assouplie et nuancée par une modulation appropriée en fonction des différents groupes de consommateurs et en fonction des quantités de consommation, ces deux critères se chevauchant partiellement.

- Modulation en fonction des groupes de consommateurs

Certains tarifs établis pour les grandes villes, par exemple établis sur base d'une péréquation nationale, peuvent être trop élevés pour certaines couches défavorisées de la population urbaine. La modulation de ces tarifs en tranches sociales pour de faibles consommations permet de tenir compte des aspects sociaux. En Côte d'Ivoire, par exemple, le tarif "tranche sociale" est fixé à 80 FCFA/m³ (au lieu de 119 FCFA/m³) pour les consommations entre 0 et 60 m³/an, soit au maximum 17 l/j per capita (1). Il est évident, qu'un tel tarif "social", ne couvrant pas les coûts de production et de distribution, devrait être compensé par des tarifs relativement plus élevés pour les autres groupes de consommateurs.

Pour les gros consommateurs industriels il peut être avantageux d'installer leurs propres sources d'eau. La tarification doit réagir à cette tendance

- . soit par un système de tarifs préférentiels pour les gros consommateurs industriels; en Côte d'Ivoire, par exemple, échelonnés en trois tranches dégressives de 101,5 à 45,0 FCFA/m³;
- . soit par des tarifs "prohibitifs" perçus pour des prélèvements privés dans la nappe; en Côte d'Ivoire, par exemple, allant de 20,6 à 43,3 FCFA/m³ (Abidjan seulement).

Dans la majorité des pays visités, l'eau des bornes-fontaines est distribuée gratuitement. Les consommations sont néanmoins facturées aux municipalités,

- . soit au tarif normal (Niger, Togo, Tchad),
- . soit à un tarif préférentiel (63 au lieu de 119 FCFA/m³ en Côte d'Ivoire; 72 au lieu de 105 FCFA/m³ à Dakar, 47 au lieu de 93 FCFA/m³ dans les centres secondaires au Sénégal).

(1) Hypothèse : 10 personnes s'alimentent par branchement.

Modulation en fonction des quantités de consommation

Certains tarifs sont modulés en fonction des quantités de consommation.

Une modulation dégressive est par exemple pratiquée en Côte d'Ivoire : trois tranches dégressives (entre 101,5 et 45 FCFA/m³), en fonction de quantités croissantes de consommation industrielle.

Une forme de modulation progressive est pratiquée en Haute-Volta : progression limitée à la période sèche entre mars et mai à partir de 50 m³ de consommation mensuelle, pour inciter à réduire la consommation de pointe.

4. Principe de contribution financière directe de tout consommateur

En principe, tout consommateur devrait contribuer directement à la couverture des coûts de l'eau, au moins pour une part adéquate et correspondant au pouvoir d'achat du groupe social auquel il appartient. Ce principe est le complément logique du principe de la couverture des coûts (pour assurer la viabilité financière de l'organisme de gestion) ainsi que celui de la péréquation et la modulation des tarifs (pour tenir compte des contraintes sociales et économiques): l'eau potable ne devrait pas être fournie gratuitement.

Ce principe n'est pas appliqué dans la majorité des pays visités, où une partie de l'eau produite, à savoir l'eau consommée à partir des bornes-fontaines, est encore distribuée gratuitement. Dans d'autres pays, elle est vendue. Les expériences pratiques montrent qu'il est en effet tout à fait approprié de vendre l'eau des bornes-fontaines, notamment pour deux raisons :

- Les municipalités, auxquelles cette eau est facturée, ne sont souvent pas en mesure de payer convenablement les consommations. Ceci grève la trésorerie des organismes de gestion et rend plus difficile leur viabilité financière;

- Les activités des porteurs et revendeurs d'eau prouvent que la capacité de paiement de la population est normalement plus élevée que l'on ne croirait : en effet, dans certains pays et/ou dans certaines villes, où l'eau des bornes-fontaines est gratuite, des porteurs d'eau revendent l'eau à des prix relativement élevés (prix équivalents entre 400 et 700 FCFA/m³ à N'Djamena, Tchad, par exemple).

Dans certains pays, l'eau des bornes-fontaines n'est pas vendue pour la seule raison que l'organisme de gestion craint les problèmes et inconvénients que cause la gestion des bornes-fontaines : les problèmes de surveillance, les risques permanents d'endommagement matériel, les problèmes de "gestion" de chaque borne-fontaine. Les expériences montrent cependant que ces problèmes ne sont pas aussi difficiles qu'ils ne puissent être résolus : par exemple, par la formule du "gestionnaire" de la borne-fontaine qui peut soit être l'employé de l'organisme (exemple : Haute-Volta), soit être autorisé par celui-ci de revendre l'eau à son propre risque, mais à un prix maximum fixé (exemple : Niger) (1). Malgré les prix légèrement supérieurs aux prix de vente aux branchements particuliers (2), cette formule est en tous cas plus sociale que l'indulgence vis-à-vis des revendeurs "libres" dont les activités de "monopolisation" des bornes-fontaines sont souvent tacitement tolérées.

5. Résumé

En résumé, une tarification appropriée qui répond à la fois aux exigences d'une gestion financière saine et équilibrée et aux objectifs sociaux de la politique de l'eau, devrait tenir compte des principes suivants :

- Les recettes de la vente d'eau devraient couvrir au moins les coûts de fonctionnement, mais dans la mesure du possible aussi le service de la dette et l'amortissement du capital investi.

(1) En Haute-Volta, par exemple, les reventes se font à 1 FCFA le seau à 10 l, soit 100 FCFA/m³.

(2) Prix équivalent à 100 FCFA/m³ par rapport à 70 FCFA/m³ en Haute-Volta.

- La tarification devrait non seulement tenir compte de ce principe de couverture des coûts, mais aussi de la capacité de paiement des consommateurs : dans cette optique, elle devrait prendre en considération l'ensemble des contraintes sociales et économiques existantes. A cette fin, et pour encourager la consommation autant que possible, elle devrait prévoir à la fois une péréquation des différentes charges et tarifs au niveau national et une modulation en fonction des groupes de consommateurs ainsi que des quantités consommées.

- Enfin, tout consommateur devrait contribuer directement aux coûts des services de l'eau; dans cette optique, il paraît tout à fait approprié de vendre l'eau des bornes-fontaines.

DEUXIEME PARTIE

LA CONCEPTION DE PROJETS
D'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN MILIEU VILLAGEOIS

DEUXIEME PARTIE

LA CONCEPTION DE PROJETS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN MILIEU VILLAGEOIS

A. CADRE ET OBJECTIFS DES PROJETS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES VILLAGES

I. Plans et programmes

Dans les pays du Sahel, plus qu'ailleurs, l'eau constitue un facteur primordial indispensable à la vie et conditionnant, en milieu rural et villageois, tout progrès social et économique. Dans plusieurs pays visités - au Niger, au Sénégal, au Tchad, ainsi que dans les régions septentrionales de la Haute-Volta -, la situation hydraulique est caractérisée par une très longue saison sèche, de sorte que la majorité de la population est affectée par le tarissement partiel ou total des points d'eau traditionnels, pendant plusieurs mois, et par leur situation souvent très éloignée des villages.

Dans d'autres pays, comme en Côte d'Ivoire ou au Togo, malgré une pluviométrie abondante, il est difficile pour la population de capter les eaux souterraines en creusant des puits: en raison d'une faible perméabilité de la plupart des sols, les nappes accessibles sont pauvres et difficilement exploitables par des puits.

Au lendemain de leur indépendance, les Etats ne disposaient en général que de fragments très vagues de plans et programmes d'approvisionnement en eau des villages. Les premiers projets FED apparaissent ainsi comme des réalisations plus ou moins isolées (puits au Sénégal, au Tchad). Certains projets ultérieurs se sont par contre inscrits dans le cadre logique de plans et programmes définissant un ordre de priorités pour les villages à équiper, et permettant un choix raisonnable et bien équilibré, au niveau national, pour l'implantation des puits.

Les meilleurs exemples relevés de programmes cohérents sont:

- le "programme national d'équipement hydraulique" de la Côte d'Ivoire (1974-1985), qui détermine le volume et le rythme de réalisation de tous les investissements d'approvisionnement en eau urbain et villageois, et qui détermine les principes et les mesures financières nécessaires pour assurer le fonctionnement des installations de l'ensemble du secteur (péréquation des charges et tarifs au niveau national);

- les "programmes d'équipement hydraulique" au Niger, et les "perspectives décennales" (1965-74 et 1973-82), qui découlent d'une politique de l'eau très réaliste: tout en renonçant à des conceptions inadaptées aux moyens financiers disponibles, tant pour les investissements que pour le fonctionnement, cette politique permet d'assurer le développement bien équilibré de l'ensemble des installations d'approvisionnement en eau et la meilleure utilisation des investissements.

II. Objectifs des projets

Les objectifs des 15 projets de construction de puits, de forages et de barrages de retenue ayant fait l'objet de la présente évaluation reflètent les efforts divers des Gouvernements pour améliorer les possibilités d'approvisionnement en eau en milieu villageois.

Les objectifs communs étaient:

- d'assurer la disponibilité en eau, pendant toute l'année et pour toute la population, en quantité et qualité suffisantes, à proximité de chaque village, par exemple de plus de 500 habitants (Niger);
- d'améliorer les conditions de vie en facilitant l'accès à l'eau, et en améliorant ainsi la situation sanitaire de la population;
- de faciliter aussi, dans certains cas, l'abreuvement des troupeaux en zone sédentaire (Haute-Volta, Niger, Côte d'Ivoire);
- dans certains cas spécifiques, de provoquer l'implantation de nouveaux villages permanents dans des zones de production agricole (Niger).

B. CONDITIONS D'UTILISATION DES PROJETS

I. Définitions: puits en béton et points d'eau traditionnels

Au cours des différentes missions d'évaluation, environ 200 puits ont été visités, soit environ 8% des puits réalisés dans le cadre des projets ayant fait l'objet de la présente étude d'évaluation. En milieu rural, les puits en béton "modernes" nouvellement créés, avec cuvelage et système de captage, se trouvent généralement dans une situation "concurrentielle" avec des points d'eau "traditionnels" préexistants qui comprennent:

- le puits traditionnel, de durée pluriannuelle, non cimenté, sans cuvelage, ou avec cuvelage partiel ou total en bois, creusé par les villageois ou par des puisatiers locaux;
- le puisard, un point d'eau annuel très simple, creusé par les villageois, et dont la profondeur ne dépasse en général par 3 mètres;
- le marigot ou la mare, une dépression de terrain, dans laquelle les eaux de surface se rassemblent et stagnent.

Pour faciliter la présentation, on distinguera ci-après entre les deux groupes de "puits en béton" et de "points d'eau traditionnels".

II. Conditions d'utilisation des puits

L'examen des conditions d'utilisation a montré que presque tous les puits villageois sont utilisés pendant toute l'année. Toutefois, l'intensité de leur utilisation varie considérablement en fonction de l'existence et du débit de points d'eau alternatifs: dans pratiquement tous les cas, malgré l'installation d'un puits en béton, la population continue à utiliser parallèlement les points d'eau traditionnels. L'utilisation du puits en béton ne s'accroît en général que dans la mesure où les points d'eau traditionnels tarissent, notamment en saison sèche.

Quelles sont les raisons de cette utilisation limitée des nouveaux puits en béton? On peut distinguer deux catégories de facteurs qui déterminent l'utilisation d'un puits: facteurs socio-économiques et facteurs hydrogéologiques.

1. Facteurs socio-économiques

- Manque de conscience de l'hygiène

En milieu rural, la population manque en général presque totalement de conscience de la qualité hygiénique de l'eau. En conséquence, elle ne discerne aucune différence entre la qualité hygiénique de l'eau d'un puits en béton et celle d'un point d'eau traditionnel. Aucun des villageois interrogés au cours des missions d'évaluation ne croit qu'il existe un rapport entre l'eau et la santé, ou même entre la consommation d'eau et une maladie quelconque, à une seule exception: certains ont réalisé une régression du ver de Guinée suite à la construction du puits en béton. Contrairement à ce que l'on pourrait supposer, l'existence d'une école ou d'un dispensaire dans le village paraît être largement sans influence sur cette opinion.

Par contre, dans les villages situés dans la zone d'influence des grandes villes (par exemple à \pm 25 km de Bouaké, 170.000 habitants, Côte d'Ivoire), l'évolution du niveau de vie plus avancée et peut-être les effets d'une certaine information sanitaire font du moins reconnaître que l'eau du puits en béton est de meilleure qualité, sans que cela empêche la population de continuer à s'approvisionner aux points d'eau traditionnels.

Le seul avantage que présente pour les villageois le puits en béton est son débit plus important, surtout en saison sèche, et la longévité par rapport aux puits traditionnels, menacés en permanence par l'éboulement.

- Facilité d'accès

La facilité d'accès, c'est-à-dire la distance à parcourir, devient le facteur prédominant de l'utilisation d'un point d'eau, dans la mesure où la qualité de l'eau n'a aucune importance: le point d'eau traditionnel le plus proche est presque toujours préféré au puits en béton plus éloigné; les usagers reviennent seulement au puits en béton lorsque les points d'eau traditionnels sont taris. Cela veut dire que les villageois ne s'accommodent de la distance plus grande que si le besoin en eau devient vital, mais ils ne se déplacent pas pour

la meilleure qualité de l'eau. La distance la plus courte joue davantage en faveur des points d'eau traditionnels dans une région où il y a abondance d'eau pluviale, de cours d'eau permanents, et pléthore d'eau souterraine à quelques mètres de la surface seulement où chacun peut facilement creuser un puits pour lui-même (par exemple en Basse Casamance au Sénégal).

- Facilité d'exhaure

Faute d'un échantillon suffisamment grand, les évaluations ne permettent pas de dire sans équivoque comment l'existence d'une pompe influence l'utilisation d'un puits ou forage. Certains signes donnent cependant à entendre que la pompe (à main) ne domine pas nécessairement sur le point d'eau traditionnel, notamment parce qu'elle n'est pas non plus sans peine d'exhaure et parce que son débit limité provoque souvent des temps d'attente au puits.

- Goût de l'eau

Souvent, le goût d'un point d'eau traditionnel est jugé comme meilleur: le goût du point d'eau traditionnel plus éloigné peut même dominer sur le puits en béton plus proche. Dans ce cas, l'eau du puits en béton n'est utilisée que pour la lessive, l'abreuvement du bétail, etc.... tandis que l'eau du point d'eau traditionnel sert de boisson.

- Contraintes sociales

Dans le but d'augmenter leur prestige ou leur puissance "traditionnelle", certains particuliers souhaitent posséder leur propre puits dans leur concession. Cela amène les notables ou les riches à se faire creuser un puits "privé" qui sera utilisé par après par les familles apparentées ou socialement dépendantes.

Enfin, les points d'eau traditionnels peuvent être préférés au nouveau puits en béton parce que celui-ci est implanté par exemple dans un terrain sacré ou un ancien cimetière.

2. Facteurs hydrogéologiques

L'utilisation d'un nouveau puits peut être entravée pour des raisons hydrogéologiques et techniques:

- Débit trop faible

Un débit trop faible peut être le résultat, soit d'une carence de conception technique (puits sans captage), soit d'une implantation locale inadaptée, soit de l'absence d'études de reconnaissance préalables suffisantes.

- Profondeur

D'une façon générale, la profondeur du puits et, par conséquent, la peine du puisage semblent directement influencer son utilisation. Dans certaines conditions, au delà de certaines limites (± 100 m en zone nomade), la profondeur d'un puits peut même être prohibitive. Au Niger, par exemple, un puits en béton de 120 m au bord du village (région Tanout) n'est pas utilisé du tout; les villageois préfèrent les nombreux puisards traditionnels de 2 à 3 m de profondeur, quoique situés à 2 km du village. Par contre, d'autres puits de 80 à 100 m dans la même région sont pleinement utilisés, surtout par des nomades éleveurs qui se servent de poulies pour la traction animale et qui approvisionnent en même temps les villageois.

- Manque d'entretien

Les conséquences d'un manque d'entretien régulier (ensablement, débit réduit) peuvent entraver considérablement l'utilisation d'un puits en béton et inciter la population à retourner aux points d'eau traditionnels.

III. Consommation moyenne et habitudes de consommation

1. Consommation moyenne

Les consommations moyennes par habitant et par jour varient considérablement entre les différentes régions, même entre les différents villages d'une même région, et en fonction des conditions climatiques et pluviométriques existantes.

Les sondages que nous avons menés au niveau des familles paysannes, en saison sèche, en Haute-Volta, au Niger et au Tchad, ont abouti aux résultats suivants:

Au Niger (1), les quantités d'eau puisées et transportées à la case, par les femmes (2), se situent entre 100 et 200 litres par jour et par famille. Après déduction de la quantité d'eau consommée par le "petit" bétail (entre 20 et 50% des volumes portés à la case, pour chèvres et moutons notamment), la consommation moyenne se situe entre 50 et 160 litres par jour et par famille, soit, suivant le nombre de personnes dans une famille, une consommation entre 10 et 20 litres par habitant par jour (l/h/j). Au Tchad (3), les consommations moyennes relevées se situent à 21 l/h/j pour les puits de plus de 32 m de profondeur, et à 27 l/h/j pour les puits de moins de 32 m. En Haute-Volta (4), les consommations moyennes relevées se situent entre 11 et 14 l/h/j.

Il n'y a malheureusement pas assez d'observations portant sur la consommation en saison des pluies. Mais rien d'indique qu'elle soit beaucoup plus élevée, à moins que, dans une situation particulière, la consommation correspondante en saison sèche soit limitée par des ressources insuffisantes. Les consommations relevées varient largement entre 5 et 50 l/h/j, ce qui concorde grosso modo avec les indications données dans la littérature: on compte entre 4 et 40 l/h/j en zones rurales et en approvisionnement par puits.

2. Habitudes de consommation

Les sondages que nous avons effectués permettent d'estimer comment la consommation réagit généralement aux 2 facteurs suivants:

- l'amélioration de la facilité d'accès (réduction de la distance),
- l'amélioration qualitative de l'approvisionnement (puits en béton, forage équipé d'une pompe, etc...).

-
- (1) Sondages effectués dans toutes les régions; tous les puits sont situés à une distance entre 100 et 1.000 m du village.
 - (2) Le transport se fait en général par des canaris, de 10 à 20 l; portés sur la tête.
 - (3) Sondages effectués dans la zone cotonnière.
 - (4) Sondages effectués dans les régions du Yatenga et de Bobo-Dioulasso/Banfora.

On peut en conclure quelques constatations fondamentales: Dans l'hypothèse que toutes les autres conditions restent égales,

- une réduction considérable de la distance (à titre indicatif: 1 à 2 km) provoquera en général une augmentation de la consommation moyenne par habitant et par jour; en effet, une distance trop grande limite le volume du transport de l'eau à la case (limites des capacités physiques et du temps disponible);
- une réduction insignifiante de la distance (moins d'un km) n'influence pas nécessairement le volume de la consommation: elle ne se traduit guère par une augmentation de la consommation moyenne par habitant et par jour;
- l'amélioration qualitative de l'approvisionnement (puits en béton avec système de captage et de filtrage par rapport au point d'eau traditionnel, forage ou puits équipé d'une pompe) ne se traduit en général pas par une augmentation de la consommation moyenne par habitant et par jour (raison: manque de conscience de la qualité hygiénique de l'eau).

Quels sont alors les facteurs qui peuvent inciter à l'accroissement de la consommation? Beaucoup d'indices donnent à entendre que l'augmentation de la consommation moyenne par habitant et par jour est plutôt fonction de l'évolution du bien-être matériel: du niveau de développement atteint et de certaines impulsions sociales (effets d'imitation) de la population.

IV. Conditions d'utilisation de barrages de retenue

En Côte d'Ivoire, dans une région hydrogéologiquement difficile(1), où on croyait qu'il était pratiquement impossible de trouver de l'eau souterraine, une dizaine de petits barrages avaient été réalisés au lieu de puits (2). Chacun des barrages devait assurer l'approvisionnement en eau de plusieurs villages. L'évaluation a montré qu'aucun des barrages n'était utilisé, pour des raisons tant hydrologiques (mauvaises conditions de remplissage, pertes d'eau par infiltration) que socio-économiques (préférence de la population pour les points d'eau traditionnels plus proches).

(1) Boucle du Cacao: schistes birrimiens

(2) Conception et réalisation au début des années soixante.

De cette expérience peu encourageante on conclura que la solution d'un petit barrage pour l'approvisionnement en eau potable est discutable, pour des raisons d'hygiène notamment (eau stagnante, pollution aggravée, à moins que l'eau ne soit traitée), mais aussi pour des raisons hydrogéologiques: dans ce cas concret, les méthodes et techniques de reconnaissance actuelles auraient permis de découvrir les nappes aquifères relativement profondes existantes, qui auparavant n'avaient pas été détectées, et d'opter dès le début pour la solution forages. En tous cas, l'exemple souligne l'importance d'études préliminaires.

C. EFFETS DES PROJETS

I. Disponibilité en eau

D'une manière générale, la création des puits villageois a eu des effets favorables sur la situation d'approvisionnement en eau des populations concernées: la majorité des puits ont assuré ou accru la disponibilité en eau, en quantité suffisante et à proximité des villages, pendant toute l'année, et notamment en saison sèche. Dans certains villages, le nouveau puits en béton constitue la seule source d'eau ne tarissant pas en fin de saison sèche: c'est ainsi qu'au Niger, par exemple, de nombreux puits villageois ont contribué à améliorer, de façon significative, les conditions de vie villageoise et ont fait preuve de leur utilité, surtout dans une situation de pénurie exceptionnelle pendant la dernière grande sécheresse.

Toutefois, la disponibilité en eau se réduit, si le débit d'un puits est insuffisant ou si un puits tarit temporairement. En fait, un débit intarissable pré-suppose une conception technique adéquate, c'est-à-dire une profondeur suffisante de la colonne de captage dans la nappe. La disponibilité en eau a été restreinte, par exemple, dans la plupart des puits réalisés en Haute-Volta, notamment dans ceux construits avec "investissement humain" (conçus sans colonne de captage), et dans certains puits construits dans les terrains du socle cristallin au Tchad.

L'utilité de créer des puits pour accroître la disponibilité en eau est contestable dans la mesure où la population peut continuer à utiliser parallèlement des points d'eau traditionnels: en effet, dans le cas de conditions pluviométriques aussi favorables que, par exemple, en Basse Casamance (Sénégal), un investissement en puits risque de ne constituer qu'un apport très marginal par rapport aux besoins déjà largement satisfaits, et de ne pas atteindre la pleine utilisation ni la pleine efficacité attendue.

Dans un tel cas, le nouveau puits s'ajoute seulement aux disponibilités existantes, et ses avantages quant à la qualité de l'eau n'étant pas reconnus ne peuvent pas compenser les préférences de la population pour

les points d'eau traditionnels: le puits risque de constituer un investissement valable au profit seulement de la petite partie de la population du village habitant dans un rayon restreint autour de ce nouveau point d'eau. Dans le cas de la Basse Casamance, par exemple, il aurait été plus avantageux d'implanter les quelques soixante puits dans des régions plus défavorisées, par exemple au Sénégal Oriental.

L'utilité d'un nouveau puits pour un village à l'habitat très dispersé peut être contestable si ce puits est implanté à proximité de la partie groupée du village, qui, en général, ne manque pas d'eau. Par contre, les habitants les plus défavorisés, qui auraient le plus besoin du puits, sont en général les immigrants formant de petits groupements épars ou dont l'habitat est le plus dispersé (exemple: habitations des Mossi en Haute-Volta). En conséquence, l'implantation d'un puits dans un village dispersé ne doit pas se baser sur la définition administrative du village, mais doit plutôt tenir compte de la réalité du groupement.

En résumé, un nouveau puits est pleinement utile dans la mesure où il se traduit par une amélioration notable des conditions d'approvisionnement en eau en termes de disponibilité (en quantité suffisante et à proximité des utilisateurs) et de pérennité (pendant toute l'année, et notamment en saison sèche). En d'autres mots:

- un nouveau puits villageois est utile dans la mesure où il satisfait un besoin quantitatif vital (en disponibilité et en pérennité): sans le nouveau puits, la population serait privée de toute source d'eau ou ne disposerait que de points d'eau très éloignés et/ou tarissant en saison sèche;
- un nouveau puits villageois est moins utile dans la mesure où la population dispose déjà de sources d'eau inépuisables, même s'il s'agit de points d'eau traditionnels: car, dans ce cas, le besoin quantitatif vital est satisfait; toute l'utilité du puits réside alors dans l'amélioration de la qualité de l'approvisionnement.

II. Effets sur la santé

1. Quelques résultats de fait

En plus des objectifs d'une plus grande disponibilité en eau, les puits villageois sont en général justifiés par des effets positifs sur la situation sanitaire de la population. Toutefois, contrairement à ce que l'on présume généralement, certains indices conduisent à mettre de tels effets en doute, au moins partiellement.

Il serait intéressant de rechercher si l'amélioration de l'approvisionnement en eau en milieu rural, par exemple lors du passage du point d'eau traditionnel au puits en béton, se traduit réellement par une amélioration de l'état de santé des utilisateurs. Cependant, des recherches de ce genre dépasseraient largement le cadre et les possibilités de la présente étude d'évaluation. Par conséquent, les constatations suivantes s'appuient sur une étude approfondie à ce sujet qui a été réalisée dernièrement au Lesotho (1). Nos propres sondages et enquêtes permettent raisonnablement de supposer que certains principes et rapports fondamentaux trouvés au Lesotho s'appliquent aussi dans d'autres pays africains comparables. Néanmoins, il y a lieu d'apporter quelques qualifications à cette comparaison:

- Au Lesotho, il n'existe pas de puits ouverts, ni traditionnels, ni "modernes"; en principe, les points d'eau traditionnels y sont des sources naturelles. Les installations nouvelles sont soit des sources protégées avec un petit réseau de distribution et quelques bornes-fontaines, soit des forages équipés de pompes. Si les constatations pessimistes de l'étude faite au Lesotho sont valables pour le passage à ces installations "améliorées", elles doivent l'être d'autant plus pour l'amélioration modeste que constituent les puits ouverts en béton des projets que nous avons évalués.
- Au Lesotho, comme dans toute l'Afrique méridionale, les conditions épidémiologiques sont différentes de celles de l'Afrique occidentale. Notamment le ver de Guinée, qui n'existe pas en Afrique méridionale,

(1) Neuf spécialistes de l'Université de Birmingham ont fait une recherche d'évaluation approfondie, pendant 18 mois en 1975/76, au Lesotho, sur des projets d'hydraulique humaine. Source: The Evaluation of Village Water Supplies in Lesotho; Some Preliminary Findings, by Dr. R. Feachem, Dr. S. Cairncross, A. Cronin, P. Cross, D. Curtis, D. Lamb.

est un parasite très important en Afrique occidentale, où il connaît une regression considérable suite à la construction de puits avec margelle.

En analogie avec l'étude effectuée au Lesotho, on peut dégager les constatations suivantes:

- Pratiquement tous les puits, qu'ils soient traditionnels ou en béton, sont exposés à la pollution fécale, notamment d'origine non humaine; les bourbiers qui se forment autour des puits sont pollués par les déjections du bétail. L'eau polluée s'infiltré dans la terre et gagne la nappe phréatique, surtout lorsque la profondeur de celle-ci est faible; en plus, elle s'infiltré dans le puits par le reflux de l'eau, par les cordes et les récipients de puisage.
- Les installations "améliorées" (puits ou forages équipés de pompes, petites adductions, etc...) sont beaucoup moins exposées à la pollution.
- En saison des pluies tous les puits sont légèrement plus pollués qu'en saison sèche.
- La contamination fécale se produit non seulement dans le puits, mais aussi entre la prise de l'eau et la consommation à la case, de sorte que même l'eau de bonne qualité prise à une installation "améliorée" est en général exposée à la contamination jusqu'au moment de la consommation: cette pollution fécale est notamment d'origine humaine et s'accroît dans le temps, entre la prise et la consommation.
- La prédominance ainsi que les changements saisonniers des affections d'origine hydrique sont pratiquement égaux pour les villages sans et avec installations "améliorées".

Sur base de ces constatations, l'étude du Lesotho arrive à la conclusion que les approvisionnements en eau "améliorés" réalisés en milieu rural n'ont guère d'effets quantifiables sur la santé; les puits ouverts en béton réalisés par les projets financés sur le FED peuvent en avoir d'autant moins. Les raisons probables sont les suivantes:

- L'amélioration de l'approvisionnement en eau n'influence guère certaines maladies provoquées par le manque d'hygiène hydrique ("water-washed diseases"), telles que les infections "superficielles" de la peau et des yeux (1), parce que:
 - . ni la réduction de la distance du point d'eau, ni l'amélioration qualitative de l'approvisionnement ne se traduisent en général par une augmentation de la consommation (2);
 - . les pratiques d'hygiène ne sont pas différentes dans les villages sans ou avec installation "améliorée".
- Le fait que certaines infections qui se propagent par l'eau, telles que les diarrhées et les typhoïdes ("water-borne diseases")(3), culminent en saison des pluies pourrait laisser supposer que ces affections sont causées par une pollution fécale soudaine des puits. Mais les maxima se sont aussi produits dans les villages ayant une installation "améliorée". Par conséquent, il est à supposer que ces pointes d'infections hydriques ont d'autres causes, à savoir:
 - . les conditions de survivance des agents pathogènes sont bien meilleures dans la saison des pluies, chaude et humide;
 - . l'hygiène de l'environnement est sensiblement plus mauvaise en saison des pluies; en utilisant, par exemple, tous les marigots, les puisards, les mares, la population s'expose à un risque d'infection beaucoup plus élevé.

2. Conclusions décevantes

En résumé, pour les projets d'approvisionnement en eau des villages, notamment pour les puits en béton, mais aussi pour les installations "améliorées", telles que des puits ou forages équipés de pompes, on retiendra les hypothèses suivantes, qui seraient toutefois encore à vérifier:

- Dans le cas où les besoins élémentaires en eau sont déjà satisfaits, ni l'augmentation de la quantité d'eau

(1) Notamment la gale et le trachome. Ces maladies "water-washed" peuvent être réduites par l'amélioration de l'hygiène personnelle et domestique, et par l'amélioration de la quantité et de l'accessibilité de l'eau.

(2) Voir pages 69/70.

(3) Ces maladies "water-borne" peuvent être réduites par l'amélioration de la qualité de l'eau.

disponible (par puits en béton ou petite installation "améliorée"), ni l'amélioration des facilités d'approvisionnement en eau (réduction de la distance, bornes-fontaines) ne provoquent une augmentation de la consommation par habitant.

- Il est douteux que les améliorations de l'approvisionnement en eau, telles qu'elles sont généralement réalisées en milieu villageois par les projets qui ont été financés sur le FED, c'est-à-dire par la construction de puits en béton ou petites installations "améliorées", aient des effets significatifs sur l'ensemble de la situation sanitaire de la population. Tout au plus produisent-elles des effets positifs partiels, comme la régression du ver de Guinée en Afrique occidentale.
- Il apparaît que de nombreuses affections d'origine hydrique sont plutôt causées par le manque de conscience de la qualité hygiénique de l'eau et, par conséquent, par la négligence de l'hygiène de l'environnement et par des mauvaises pratiques d'hygiène courantes.
- Il en résulte que les investissements d'approvisionnement en eau des villages ne peuvent produire une amélioration d'ensemble de la situation sanitaire que s'ils sont accompagnés d'une amélioration de l'hygiène générale.

Par conséquent, pour améliorer l'état de santé de la population, l'approvisionnement en eau est nécessaire, mais de loin pas suffisant. Il faut aussi un développement parallèle dans d'autres domaines, tels que l'évacuation des excréta, l'habitat, l'éducation sanitaire, la médecine, la nutrition, etc...

III. Effets directs de développement

Les sondages que nous avons effectués au niveau des villages ont montré que les autres effets directs de développement que peuvent avoir des puits villageois sont plus ou moins insignifiants:

- (a) Dans aucun cas relevé, l'installation d'un nouveau puits n'a provoqué des nouvelles activités agricoles

spontanées (maraîchères, par exemple) ou artisanales (pas même le transport de l'eau).

- (b) Aucun des nouveaux villages, qui devaient s'installer suite à la construction de 17 puits au Niger, n'a été créé; les puits sont néanmoins utilisés comme points d'eau pastoraux. Il apparaît que la seule construction d'un puits, sans mesures appropriées d'accompagnement, ne suffit nullement pour inciter à la création d'un nouveau village ou même à un regroupement de population.
- (c) D'une façon générale, on n'a pas pu constater d'immigrations locales suite à l'installation de nouveaux puits villageois. Des immigrations locales éventuelles sont toujours provoquées par d'autres facteurs, comme la disponibilité de terres arables.
- (d) Dans aucun cas, le puits en béton n'a pu freiner l'exode rural. Les causes de l'émigration des villageois sont autres que l'alimentation insuffisante en eau; ce sont par exemple l'attraction économique et sociale des agglomérations urbaines, les querelles familiales, les difficultés d'accession des jeunes à la terre, etc...
- (e) Le gain de temps procuré par la réduction de la distance du nouveau puits par rapport à l'ancien point d'eau n'est que très rarement utilisé, d'après notre sondage, pour une activité économique rémunératrice supplémentaire. Mais les femmes ont plus de temps disponible pour le loisir et peuvent se livrer à de petites activités ménagères d'un intérêt non négligeable: préparation plus soignée et plus régulière des repas, ramassage du bois, confection de vanneries traditionnelles, etc... Le gain de temps se traduit ainsi par une amélioration du bien-être et ouvre une possibilité d'élever le niveau socio-culturel général.
- (f) Dans certaines régions, l'abreuvement du bétail est sans doute considérablement facilité (Haute-Volta, Niger). Au Tchad, les puits desservant des villages où la culture attelée s'est répandue avec la modernisation des méthodes agricoles sont devenus indispensables: dans la majorité des cas, les puits traditionnels n'ont pas un débit suffisant pour assurer l'abreuvement de tout le bétail de trait, qui ne peut suivre en début d'hivernage les troupeaux sur les pâturages.

- (g) Dans certaines régions, l'installation d'un puits en béton a permis l'extension d'autres actions de développement, telles que la constitution de petits troupeaux laitiers en zone sédentaire (Niger).

En conclusion, l'eau est une condition indispensable à toute activité économique, mais la création d'un puits villageois en tant qu'action isolée n'est pratiquement pas susceptible de provoquer des effets directs de développement. La construction de puits villageois devrait plutôt en général être considérée et conçue comme opération complémentaire à d'autres actions ou incitations au développement, sauf s'il s'agit simplement de satisfaire un besoin vital de disponibilité en eau.

D. POLITIQUES ET STRATEGIES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN MILIEU VILLAGEOIS

I. Options politiques de principe

Dans les pays visités, il existe une politique de l'approvisionnement en eau des villageois élaborée de façon plus ou moins détaillée. Nous avons relevé toute la gamme allant d'une politique très sommaire, sans perspectives précises de développement sectoriel (Tchad), jusqu'à une politique complexe et complète, exprimée par un programme d'action pluri-annuel prévoyant en même temps le financement du fonctionnement des installations par un système de péréquation des charges et tarifs (Côte d'Ivoire): création d'un point d'eau équipé d'une pompe à main, pour 600 habitants en moyenne, dans tous les villages de plus de 100 habitants, subventionnement des approvisionnements en eau des villages par les ventes d'eau dans les grandes villes.

Une telle politique ambitieuse est possible en Côte d'Ivoire, parce que plusieurs conditions particulièrement favorables permettent sa mise en oeuvre: pouvoir d'achat suffisamment élevé pour permettre un système de tarifs rémunérateurs, prix de revient de l'eau relativement bas dans la capitale, quantités de ventes d'eau suffisantes, etc...

Mais ce système n'est pas transposable tel quel dans d'autres pays moins développés, qui sont contraints de s'imposer des restrictions adaptées à leurs capacités financières. Dans cette optique plus restreinte, la politique pragmatique et très réaliste du Niger nous paraît exemplaire: l'objectif de couvrir progressivement tout le territoire de points d'eau villageois est jumelé avec une option de principe pour la construction de puits ouverts sans pompe; la priorité absolue est donnée à la suppression de la pénurie en eau, avant d'améliorer les moyens d'exhaure, qui entraînent des coûts d'investissement et d'entretien élevés.

La décision de principe du Niger en faveur des puits ouverts sans pompe vaut d'être soulignée: en effet, on aide beaucoup plus la population en satisfaisant son besoin vital d'approvisionnement régulier en eau avant de faciliter le travail d'exhaure.

Cette politique du Niger n'est cependant pas non plus transposable telle quelle à d'autres pays, notamment pour des raisons traditionnelles et hydrogéologiques: en effet, la solution adoptée au Niger se fonde sur une tradition ancestrale de construction et d'utilisation de puits dans une économie de prépondérance pastorale et en présence de grandes nappes d'eau très régulières.

En résumé, les options politiques de principe à prendre pour la satisfaction des besoins quantitatifs (nombre de points d'eau) et qualitatifs (exhaure manuelle ou pompes à main) en milieu villageois doivent tenir compte de la situation socio-économique mais aussi hydrogéologique particulière de chaque pays.

II. Critères et stratégies pour la satisfaction des besoins

Dans le cadre des orientations politiques de principe, quels sont les critères permettant de déterminer les priorités et les stratégies pour la satisfaction des besoins?

En théorie, la réponse à ces questions est relativement simple: il y a lieu de déterminer tout d'abord les besoins réels des différents villages ou régions, puis il faut chercher à concilier les priorités qui en résultent avec les stratégies possibles et les moyens disponibles.

1. Critères socio-économiques pour l'établissement des priorités

Les besoins prioritaires peuvent être établis sur base des critères socio-économiques suivants:

- approvisionnement en eau actuel de chaque village: sources d'eau existantes (nombre, état d'entretien, organisme d'entretien, etc.), leur distance du village et leur permanence (situation en saison des pluies et en saison sèche), profondeur, qualité de l'eau (conditions hygiéniques), utilisation;
- nombre de consommateurs effectifs et potentiels; bétail possédé et bétail de passage;
- degré de pénurie en eau: quantité et qualité;

- potentialités de développement démographique et socio-économique du village: ressources agricoles et humaines existantes, cultures pratiquées; existence d'un marché, d'une école, d'un dispensaire; activités artisanales; exode rural; etc...
- intérêt du village et disposition des habitants à participer matériellement et financièrement à la construction et à l'entretien.

La priorité relative des besoins de chaque village peut ainsi être déterminée avec une certaine exactitude (exemple: Niger). Mais en réalité, les programmes d'approvisionnement en eau des villages sont souvent établis sur base de critères sommaires et assez arbitraires, par exemple la distance du village au point d'eau traditionnel. Le critère du nombre d'habitants (Côte d'Ivoire) paraît plus valable dans la mesure où le programme d'ensemble prévoit l'équipement de la totalité des villages endéans une certaine période.

2. Stratégies pour la satisfaction des besoins

En théorie, la satisfaction des besoins pourrait se faire selon l'ordre des priorités ainsi établi. Une telle stratégie risque cependant de se heurter à des contraintes financières (ressources insuffisantes), économiques (difficultés d'organisation de l'exécution, d'où coût moyen élevé des ouvrages), et de gestion (difficultés d'organiser l'entretien des ouvrages dispersés, et surtout des pompes). D'autres stratégies sont possibles, par exemple:

- concentrer tous les efforts sur une ou plusieurs régions bénéficiant en même temps d'autres actions de développement;
- équiper le plus grand nombre d'habitants pour un volume financier disponible:
- choisir les villages en fonction de la participation attendue de la population, pour garantir la viabilité technique et financière des installations.

En pratique, on choisira une combinaison pragmatique des différentes stratégies possibles, pour concilier au mieux

- les objectifs socio-économiques poursuivis, c'est-à-dire satisfaire les besoins de tous et d'abord les plus urgents,
- les impératifs d'efficacité de l'action entreprise, qui supposent son intégration dans d'autres actions de développement économique et social aux niveaux régional et/ou sectoriel, et les impératifs d'efficience de cette action qui requièrent son adaptation aux contraintes financières, économiques et techniques.

3. Altérations de fait des politiques et stratégies

Les évaluations ont montré qu'en pratique tout programme d'investissement, basé sur des politiques et stratégies bien définies, risque d'être altéré,

- soit par certaines influences politiques locales (chefs de village, notables, marabouts, députés, etc...)
- soit par les préoccupations technocratiques liées à l'organisation de l'exécution des travaux.

Ces contraintes peuvent se manifester soit au stade de la préparation, soit au stade de la mise en oeuvre du programme. Elles peuvent se traduire par des changements de l'implantation (choix du village, choix du site par rapport au village), de la qualité de l'équipement, etc.

Dans ce contexte, les évaluations ont montré que pratiquement tous les partenaires institutionnels impliqués dans la préparation et la mise en oeuvre de programmes d'approvisionnement en eau des villages

- risquent de se laisser facilement aveugler par l'objectif de réaliser le plus grand nombre possible d'ouvrages, tout en faisant passer les véritables besoins au second plan, et
- ont tendance à attacher trop d'importance à la question du coût moyen des ouvrages réalisés, et à essayer de ne pas dépasser certains seuils maxima: dès lors, le choix des sites risque d'être faussé en faveur du critère de succès exprimé, soit en nombre d'ouvrages réalisés, soit en nombre d'échecs évités. Le critère d'efficience ("cost-effectiveness") l'emporte donc indûment sur celui d'efficacité. En réalité, il peut être plus utile de

C

réaliser un seul puits d'un coût de 6 mio F CFA dans une situation de pénurie grave mais hydrogéologiquement très difficile, que d'exécuter trois puits d'un coût de 2 mio F CFA chacun dans des sites moins prioritaires mais plus aisés du point de vue géologique, accessibilité, etc...

Toute ceci est vrai pour les organismes d'aide, les administrations, les organismes nationaux d'exécution (régie), et les entreprises (pour autant que les conditions contractuelles leur permettent d'avoir de l'emprise sur le nombre d'ouvrages à exécuter).

En conclusion, il est très important de définir aussi méticuleusement et strictement que possible toutes les conditions particulières et contractuelles de la préparation et la mise en oeuvre du programme (priorités, villages choisis, implantation locale des points d'eau, qualité de l'équipement, etc...), afin d'éviter que les politiques et stratégies établies pour la satisfaction des besoins prioritaires ne soient altérées, au cours de la préparation ou de l'exécution du programme, par des influences "exogènes" (qui sont parfois basées sur des raisonnements comptables et technocratiques apparemment rationnels).

./.

E. LA CONCEPTION TECHNIQUE DES PROJETS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES VILLAGES

I. Implantation locale de puits et/ou forages

Ainsi que l'examen des conditions d'utilisation des puits l'a montré, la construction de puits et/ou forages villageois, et plus précisément leur implantation, doit concilier les nécessités du contexte socio-économique (facilité d'accès, habitudes de consommation, relations sociales, etc...) avec les contraintes de la situation hydrogéologique.

1. Facteurs socio-économiques

Pour garantir la meilleure utilisation du point d'eau, son implantation locale doit tenir compte notamment de la facilité d'accès et de certains facteurs socio-culturels.

- Facilité d'accès. Le puits devrait être situé à l'intérieur ou le plus près possible du village, de préférence à sa limite immédiate, à moins qu'il ne s'agisse d'un puits à vocation surtout pastorale, en zone nomade, qui devrait de préférence être situé un peu plus loin du village. En tout état de cause, le nouveau point d'eau ne devrait pas être plus éloigné que le ou les points d'eau traditionnels utilisés jusqu'alors.
- Facteurs socio-culturels. Le puits ne doit pas être creusé sur un terrain considéré comme sacré ou à proximité immédiate de tombeaux, d'anciens cimetières, etc... Lorsqu'il s'agit d'un habitat dispersé, le puits doit être implanté soit au centre géographique des différents hameaux, soit, mieux encore, au lieu le plus approprié en fonction des liaisons sociales traditionnelles entre les habitants (qui ne coïncident pas nécessairement avec le découpage administratif).

Tous ces facteurs ayant une influence décisive sur l'utilisation du nouveau point d'eau, l'ensemble de la population villageoise, surtout les femmes et pas seulement le chef et les notables, devrait être consultée quant à la meilleure implantation. Dans le passé, cette consultation n'a pas toujours été faite, ou elle a été effectuée de façon très superficielle.

2. Paramètres hydrogéologiques

En pratique, l'implantation du point d'eau la meilleure en fonction des facteurs socio-économiques peut ne pas être réalisable en raison de contraintes hydrogéologiques. Dans la plupart des projets ayant fait l'objet de cette évaluation, la situation hydrogéologique locale n'avait pas été étudiée au préalable. Exemple: les puits en Côte d'Ivoire, en Haute-Volta, au Niger. Dans ces conditions, le choix de l'implantation de nombreux puits visités au cours des missions d'évaluation paraît souvent avoir été simplement régi par la plus grande probabilité de trouver de l'eau, c'est-à-dire à proximité des points d'eau traditionnels, ou dans les bas fonds (Niger, Tchad). L'implantation ainsi choisie s'est révélée souvent insuffisante et inadaptée aux besoins des utilisateurs (1).

Les facteurs hydrogéologiques les plus importants sont la profondeur du niveau de l'eau, les caractéristiques mécaniques du terrain, la perméabilité du terrain, et la continuité ou la discontinuité des aquifères.

- (a) La profondeur du niveau de l'eau par rapport au sol est fondamentale et conditionne directement
- la profondeur de l'ouvrage, et par conséquent, le coût d'investissement;
 - la possibilité d'exhaure à la main;
 - parfois le choix de l'ouvrage: puits ou forage.
- (b) Les caractéristiques mécaniques du terrain peuvent être représentées par les deux extrêmes:
- les roches de grande dureté, qui exigent des moyens puissants de fonçage (explosif) ou de forage (marteau), mais donnent en revanche des ouvrages d'une tenue parfaite et d'une longévité assurée;

(1) Dans ce contexte, il serait intéressant de faire des recherches sur les méthodes traditionnelles de reconnaissance, sur lesquelles semblent s'appuyer dans une large mesure certaines organisations non-gouvernementales.

- Les terrains boullants (sables fins, argiles sableuses, etc...), qui entraînent à la fois des difficultés de fonçage et de tenue de l'ouvrage, avec un risque de colmatage ultérieur du captage.
- (c) La perméabilité du terrain joue un rôle relativement secondaire, eu égard aux faibles débits nécessaires pour les ouvrages en milieu villageois; toutefois, une faible perméabilité entraîne la nécessité de donner à l'ouvrage une hauteur de captage importante et provoque un fort rabattement du niveau en exploitation. De plus, les terrains de faible perméabilité subissent d'importantes fluctuations piézométriques saisonnières et interannuelles. Par contre, les grandes nappes sédimentaires sont, sauf particularités locales, beaucoup moins tributaires des variations d'alimentation, et les fluctuations piézométriques y sont habituellement faibles.
- (d) La continuité ou la discontinuité des aquifères est aussi relativement secondaire par rapport aux critères précédents, sauf en ce qui concerne les études préliminaires.

Toutes ces caractéristiques se rapportent aux aquifères à surface libre. Il va de soi que, pour l'approvisionnement en eau villageois, la nappe phréatique, c'est-à-dire la nappe la plus superficielle, est dans 9 cas sur 10 la plus intéressante. En résumé, on peut retenir que l'aquifère idéal pour un point d'eau villageois est un aquifère

- peu profond,
- contenu dans un terrain de bonne tenue mécanique, de bonne perméabilité et assez homogène (de bonne continuité),
- sans fluctuations piézométriques (1).

Il est évident que ces conditions idéales ne sont que rarement remplies. Par conséquent, un programme d'approvisionnement en eau des villages exige toute une série

(1) Un bon exemple est donné par certains grès tendres assez répandus en Afrique de l'Ouest dans les formations dites "Continental terminal" ou "Continental intercalaire", dans les zones où l'eau est proche du sol.

de démarches permettant de trouver la meilleure implantation, compte tenu des conditions hydrogéologiques, et de définir les méthodes et/ou techniques les mieux appropriées de reconnaissance et de réalisation de puits et/ou forages.

II. Etudes et reconnaissances préliminaires

La finalité des études préliminaires est de réduire le coût global des ouvrages, en optimisant le coût de l'ensemble: études plus réalisations.

Le but des études préliminaires est

- d'identifier les formations aquifères utilisables et leurs caractéristiques: nature géologique, extension et limites, traits géomorphologiques, continuité ou discontinuité, profondeur de l'eau par rapport au sol, caractéristiques mécaniques du terrain, qualité de l'eau;
- de déterminer les caractéristiques des ouvrages à réaliser et les moyens de réalisation: profondeur totale, diamètre, hauteur de captage, procédé de fonçage ou de forage, etc...
- de prévoir les risques d'échecs et de les abaisser au maximum.

1. Procédures et techniques de recherche hydrogéologique

(a) Les procédures de recherche

Les procédures de recherche hydrogéologique sont très différentes dans les aquifères continus ou discontinus:

- Dans les aquifères continus, les caractéristiques de chaque point d'eau peuvent se déduire, sauf accident local, d'une étude d'ensemble suffisamment détaillée. Entreprendre une étude régionale d'ensemble est de toute façon indispensable avant toute réalisation, des compléments locaux pouvant parfois s'avérer nécessaires.
- Dans les aquifères discontinus, l'étude régionale n'est qu'une première approche et ne fournit que

des données statistiques. L'essentiel réside donc dans les études ponctuelles d'implantation qui suivent, chaque point d'eau constituant un cas particulier.

(b) Les techniques de recherche

D'une manière générale, on peut distinguer l'approche régionale et les investigations locales.

- L'approche régionale sert à identifier les aquifères et leurs limites, et à reconnaître leurs structures et leurs caractères généraux. A la base, et quel que soit le terrain, il faut disposer d'une carte et d'études géologiques suffisamment précises (ou les réaliser au préalable). Ces documents existent pour la plupart des pays en voie de développement. Puis, il faut établir l'inventaire des points d'eau existants, pour déterminer la profondeur du niveau de l'eau, les qualités mécaniques et hydrauliques des terrains, etc..
- Les investigations locales ont pour but, soit de reconnaître et de tester en des points clés les aquifères continus et les bassins sédimentaires, soit de déterminer des points d'implantation favorable dans les aquifères discontinus, dans lesquelles seules les zones altérées et fracturées contiennent de l'eau.

Les méthodes suivantes peuvent être appliquées:

L'étude de la couverture photographique aérienne est une des bases de l'implantation d'un point d'eau dans les terrains anciens ou dans le socle. Elle permet de repérer

- les structures géomorphologiques locales qui conditionnent dans certaines zones climatiques l'altération ou la présence de cuirasses latéritiques,
- les cassures et zones de broyage tectoniques qui sont, suivant le type du terrain, les seules ou les plus favorables zones productives.

Les procédés géophysiques, parmi lesquels les méthodes de résistivité électrique constituent l'essentiel de la prospection géophysique appliquée à la recherche de l'eau souterraine, font

apparaître les limites des couches géologiques ou les discontinuités favorables.

Les ouvrages de reconnaissance apportent l'élément irremplaçable de la reconnaissance directe de la nature du terrain et de ses propriétés: coupes de terrain et mesures de tous ordres.

Les sondages mécaniques permettent notamment de procéder à des essais de débit pour tester l'aquifère ou pour prévoir le débit ponctuel exploitable en un point donné, et par conséquent, de savoir si l'ouvrage à réaliser convient ou non à son objectif. Des essais de débit corrects sont indispensables; ceci est d'autant plus important à rappeler que les essais de débit coûtent cher et sont de ce fait trop souvent négligés.

2. Etudes préliminaires dans les aquifères continus

Dans les bassins sédimentaires récents, qui contiennent en général des aquifères continus, l'essentiel des études peut être fait une fois pour toutes pour l'ensemble du système aquifère. Les données de base sont recueillies sur tous les points d'eau où cela est possible, et non nécessairement en relation directe avec les sites à équiper. Elles conduisent à une synthèse dont les caractéristiques locales se déduisent par interpolation.

Toutefois, les études d'ensemble des bassins sédimentaires laissent en général subsister certaines indéterminations locales: limites de zones stériles résultant de variations de la sédimentarisation, "biseaux" secs ou salés, etc... Les procédés de prospection électrique et sismique permettent en général de résoudre ces problèmes.

3. Etudes préliminaires dans les aquifères discontinus

Dans les terrains anciens, qui contiennent en général des aquifères discontinus, l'essentiel des études sert

à préciser l'implantation et doit être réalisé point par point, les études régionales préliminaires ne fournissant que des données statistiques.

(a) Dans une première phase, les études générales et régionales d'ensemble ont pour but de découper le territoire en une série de secteurs de caractéristiques hydrogéologiques statistiquement homogènes (1). Pour chacun des secteurs

- on précisera le type d'ouvrage à réaliser, le type de matériel le mieux adapté, et la procédure d'implantation correspondante;
- on évaluera la proportion d'échecs à prévoir dans le cas où on planterait au hasard: cette donnée fondamentale ne peut résulter que des expériences déjà accumulées sur les caractéristiques hydrogéologiques de secteurs comparables (2);
- on établira le programme et le coût des études ponctuelles et des reconnaissances;
- on estimera le coût de réalisation des ouvrages.

(b) Dans une deuxième phase, les études ponctuelles, site par site, comprennent:

- L'étude du site, qui est effectuée sur la base de la photographie aérienne et des données administratives; l'enquête auprès des villageois, l'étude du terrain et des points d'eau existants permet de repérer le ou les points d'implantation les plus favorables et de préciser les caractéristiques de l'ouvrage à entreprendre. L'implantation est matérialisée sur le terrain: repérage précis avec marquage d'arbres, piquets, bornes en ciment, du ou des emplacements proposés pour la reconnaissance ou l'exécution de l'ouvrage.

(1) Sur un territoire aussi peu étendu que celui du Togo (56.000 km²), on peut distinguer au moins 10 secteurs de formations anciennes différenciées, dont certains doivent se subdiviser en plusieurs sous-secteurs de caractéristiques distinctes.

(2) Par exemple, les expériences faites au Ghana et en Côte d'Ivoire sont d'une grande importance pour les autres pays de la région, certains secteurs étant assimilables d'un pays à l'autre; mais on emprunte encore beaucoup trop peu à ces résultats.

- La prospection électrique

Le cas échéant, dans les terrains très défavorables, suit une phase de prospection électrique pour préciser le point d'implantation.

- La reconnaissance directe du terrain constitue la phase ultime.

- . Pour les puits à main, des "avant-trous" menés jusqu'à l'eau peuvent suffire: ils permettent de reconnaître le terrain immédiatement au-dessus de la tranche à capter, d'éliminer une bonne part d'inconnues, et éventuellement, de tester le débit.
- . Lorsqu'on doit réaliser des forages de petit diamètre, l'exécution de l'ouvrage constitue sa propre reconnaissance, l'ouvrage étant équipé lorsqu'il est positif, et abandonné dans le cas contraire.

(c) Stratégie de reconnaissance des sites

Pour chaque programme d'équipement systématique dans les terrains anciens (aquifères discontinus), le problème de l'opportunité, de la nature et de l'enchaînement des études de reconnaissance doit être examiné: il y a lieu de déterminer dans chaque cas la stratégie qui permettra de réaliser au meilleur coût la totalité du programme.

Cette stratégie dépend de la combinaison de trois facteurs: le type du terrain, le débit minimum recherché, le type d'ouvrage d'exploitation à construire. D'une façon générale, on est conduit à suivre les démarches suivantes:

- en cas de très faibles chances de succès: reconnaissance préliminaire systématique;
- dans les cas moyens: reconnaissance préliminaire limitée aux sites repérés comme étant particulièrement aléatoires: la proportion de ces sites devrait en principe égaler la proportion des échecs prévisible en l'absence de reconnaissance;
- en cas de très faible risque d'échec: pas de reconnaissance préliminaire, ou reconnaissance exécutée a posteriori sur les sites où on a enregistré un échec, pour en éviter un second.

4. Résumé

En résumé, dans les aquifères continus des bassins sédimentaires récents, des études générales et régionales sont à réaliser au préalable: l'implantation de chaque point d'eau peut être déterminée, par interpolation, sur la base des documents de synthèse.

Le cas des aquifères discontinus (terrains anciens) est tout à fait différent: la production des ouvrages étant fonction des caractères ponctuels du terrain (altération, fractures), l'approche régionale et l'étude des points d'eau existants ne fournissent que des données statistiques sur les caractéristiques hydrogéologiques. Par conséquent, la partie essentielle est constituée par l'étude détaillée de chaque site et éventuellement une reconnaissance géophysique électrique, ou par sondage au point retenu. Le problème est de savoir, dans chaque région individualisée, s'il est plus avantageux d'entreprendre des recherches ponctuelles systématiques ou de s'en remettre à la probabilité statistique de réussite. En fait, un minimum d'études ponctuelles est toujours nécessaire, mais leur nature, leur importance et leurs prolongements (reconnaissance) sont à déterminer en fonction des risques d'échec (1).

III. Types d'ouvrages

Il ne paraît pas douteux qu'en matière d'approvisionnement en eau des villages l'avenir est au forage. Mais le puits ouvert de grand diamètre, permettant le puisage à la main ou par traction animale, conserve une importance capitale, parce que

- les problèmes d'entretien des pompes ne sont pas encore résolus;
- dans les zones nomade avec élevage extensif, le puits, répondant à une longue tradition, reste le point d'eau le mieux adapté à l'économie pastorale;
- les charges récurrentes du puits sont très faibles.

(1) Pour être en mesure d'évaluer le taux d'échec en l'absence de reconnaissance et le taux de succès d'une opération de reconnaissance donnée, il est nécessaire de multiplier les analyses "ex-post" des résultats "hydrogéologiques" des programmes d'approvisionnement en eau des villages. Pour l'approche mathématique du problème, l'étude BURGEAP donne des exemples (référence en Annexe 2).

Trois grandes catégories d'ouvrages peuvent être distinguées: elles diffèrent largement par le mode d'usage, le coût d'investissement et de fonctionnement.

1. Le puits ouvert

Le puits à main, de diamètre moyen entre 1,40 et 1,80 m, où le puisage traditionnel se fait jusqu'à 80 m (1), est particulièrement adapté aux grès ou schistes tendres, ou aux sables de bonne tenue, lorsque la nappe est proche du sol. La hauteur de captage, fonction de la perméabilité du terrain et des fluctuations de niveau, doit se situer en général entre 3 et 15 m, au moins 10 m dans le socle (2).

La capacité pratique d'exhaure des techniques traditionnelles des éleveurs sahéliens est de 20 à 50 m³/jour (3). Mais des débits de cet ordre ne sont couramment obtenus par puits que dans des aquifères continus (terrains sédimentaires).

Le coût d'investissement est très variable suivant les pays, en fonction des salaires, du coût des matériaux (ciment, fer à béton, etc...), de l'éloignement ou de l'isolement, etc...: 50 à 70.000 F CFA le mètre linéaire au Niger et en Haute-Volta (travaux en régie), plus de 100.000 F CFA/mlin. au Tchad et au Mali (voir tableau Annexe 7).

Le coût d'entretien d'un puits se situerait entre 25 et 30.000 FCFA/an: c'est le coût effectif de l'entretien régulier en principe effectué tous les trois ans par l'OFEDES au Niger.

2. Le forage avec pompe à main (4)

Dans le socle et les terrains anciens (granite, gneiss, schistes ou grès compacts), où le terrain est en général peu perméable et la nappe superficielle le type de point d'eau villageois hydrogéologiquement le mieux adapté est le forage équipé d'une pompe à main, de diamètre 6" et

-
- (1) Il s'agit d'une limite pratique; dans la région Zinder/Tanout (Niger) il y a cependant des puits de plus de 100m de profondeur, financés sur le FED.
 - (2) Dans le socle, le débit est soumis aux fluctuations de la nappe.
 - (3) L'exhaure par traction animale peut arriver à 4-5 m³/h dans un puits de profondeur moyenne (± 30 m).
 - (4) Pour simplifier, la pompe à main s'entend aussi pour la pompe à pied.

d'une profondeur de 30 à 70 m, limitée par la capacité de la pompe à main, ainsi que par la profondeur du niveau de l'eau en exploitation (cette profondeur étant fonction du rabattement, c'est-à-dire la différence entre le niveau d'équilibre et le niveau en exploitation).

Le coût d'investissement est de l'ordre de 45.000 FCFA/mlin. La capacité pratique d'exhaure est de 5 à 10 m³/jour. L'essentiel du coût de l'entretien du forage se rapporte à la pompe: de l'ordre de 50.000 FCFA/an.

3. Le forage à motopompe

Lorsque l'eau doit être pompée dans un forage à plus de 50 m de profondeur, on est pratiquement obligé d'installer une motopompe immergée. C'est parfois le cas dans les roches douces d'une perméabilité notable (calcaire et dolomie, basaltes sables et grès tendres). La profondeur de tels forages peut aller jusqu'à 250 m.

Les coûts d'investissement et surtout de fonctionnement de ce type d'ouvrage deviennent rapidement prohibitifs pour des petits villages isolés, de sorte qu'un tel point d'eau ne peut souvent être rentabilisé que par l'alimentation de groupements plus importants (1.000 à 3.000 habitants) ou du bétail: dans ce cas, il faut ajouter des installations de stockage (réservoir) et, éventuellement de distribution (petit réseau, bornes-fontaines, abreuvoirs).

4. Résumé et conclusion

Sans tenir compte des coûts d'investissement et de fonctionnement, on peut résumer que:

- le puits est le mieux adapté dans les zones d'élevage des bassins sédimentaires récents: exploité à plusieurs m³/h par traction animale, il n'a comme alternative que le forage avec pompe à moteur;
- le forage avec pompe à main est techniquement le mieux adapté aux terrains anciens du socle, à nappe peu profonde;

- le forage à motopompe est nécessaire là où l'eau est trop profonde pour pouvoir être puisée ou pompée à la main. Mais il ne peut être rentabilisé que par une distribution d'eau suffisante.

Les problèmes les plus difficiles se posent donc pour l'approvisionnement en eau des groupes humains dispersés dans des zones où les nappes sont profondes.

De ce qui précède, on pourrait conclure que dans le socle et, en général, les aquifères discontinus, le forage est plus productif et plus sûr (pas de risque d'assèchement) que le puits. Cependant, dans beaucoup de pays, on continue à construire des puits pour éviter les problèmes posés par l'entretien des pompes qui conditionnent l'utilisation des forages.

5. Superstructures des puits ouverts

La conception des plus de 2.600 puits ayant fait l'objet de cette étude d'évaluation comporte toute une gamme de superstructures différentes, par exemple:

- simple margelle et dalle antibourbier (certains puits en Haute-Volta et au Niger, puits au Togo),
- superstructures simples équipées d'appareils de puisage à la main: portique avec éventuellement des poulies (puits au Sénégal et au Tchad, certains puits au Niger),
- plateforme octogonale d'environ 2m de largeur, avec abreuvoirs incorporés et escaliers d'accès (puits au Niger),
- superstructures avec abreuvoirs incorporés (puits en Haute-Volta, au Niger et au Tchad) ou séparés (puits au Niger).

De l'examen des conditions d'utilisation des puits villageois il résulte que la plupart des types de superstructures ne répondent que très imparfaitement aux fonctions qui leur étaient initialement attribuées, à savoir, d'une part, améliorer la salubrité de l'eau et, d'autre part, faciliter et accélérer le puisage:

- Les superstructures ne peuvent empêcher la contamination de l'eau car le borbier ne se forme pas moins fréquemment sur les antibourbiers et autour de la margelle.

Ceci est même vrai pour les superstructures plus développées octogonales du Niger qui, bien que de conception appropriée, ne sont pas utilisées conformément à leur destination. Seul l'ensablement des puits est considérablement réduit par ces grandes superstructures, au moins dans les zones sédentaires. Par contre, dans les zones nomades rien ne peut empêcher l'ensablement provenant de l'exhaure par traction animale.

- Les portiques sont en général presque immédiatement privés de leur équipement initial (poulies, rouleaux) et ne sont donc pratiquement jamais utilisés pour des puits de faible profondeur. Ils sont toutefois utiles pour les puits profonds situés en zone nomade, où ils facilitent vraiment l'exhaure par traction animale et à l'aide de poulies artisanales des éleveurs.
- Les abreuvoirs incorporés, souvent bouchés, constituent une cause supplémentaire de souillure extérieure et de contamination du puits. Par contre, les abreuvoirs séparés sont en général relativement propres; leur éloignement diminue le risque de la contamination du puits.

En conclusion, compte tenu de leur coût (1) ainsi que de leurs effets problématiques, les superstructures complexes et onéreuses, aussi séduisantes qu'elles puissent paraître, peuvent être considérées comme superflues. De simples margelles avec de petites dalles antibourbiers et, dans certaines conditions bien déterminées, des bâtis métalliques simples et robustes et des abreuvoirs simples séparés sont tout à fait suffisants.

IV. Procédés et matériels de forage

Il existe 4 procédés et types de matériels de forage avec lesquels sont réalisés la presque totalité des ouvrages de petit diamètre.

1. Battage au câble

Cette méthode, la plus ancienne, est la seule universelle. Le matériel est simple, robuste, fiable et peu coûteux (35 à 50 mio F CFA pour un atelier complet avec pièces de rechange). Ce procédé est le mieux adapté au terrain cohérent, même dur; toutefois, le rendement décroît très vite avec la dureté, et le coût devient prohibitif en

(1) Le coût actuel des superstructures octogonales au Niger, par exemple, s'élève à ± 500.000 FCFA.

roche très dure. Son inconvénient est sa lenteur: 0,1 à 1 m/h. Le prix de revient est de 40 à 45.000 FCFA le mètre de forage tout compris (1), en terrain cohérent, pour des ouvrages de l'ordre de 50 mètres.

2. Rotary à la boue

C'est la méthode permettant en pratique de réaliser des forages profonds dans les terrains sédimentaires variés. Le rendement diminue rapidement avec la dureté: sa vitesse, normalement de 2 à 5 m/h, y tombe en dessous de 1 m/h. Son coût est plus élevé que celui d'un atelier de battage (80 à 100 mio F CFA). Le prix de revient est de l'ordre de 100.000 F CFA le mètre de forage tout compris, bien qu'il varie largement suivant les conditions de chaque campagne de travaux. Le rotary exige un personnel très expérimenté et un contrôle d'exécution très attentif, pour le développement des ouvrages comme pour la technique de forage même.

3. Foratrice marteau-fond-de-trou

C'est la méthode la mieux adaptée au forage de 30 à 80 m de profondeur dans le socle ou les terrains anciens durs. Le matériel est simple et maniable, excepté le compresseur, et peu coûteux (70 à 80 mio F CFA), mais il ne peut être employé qu'en terrain cohérent (2). La perforation est extrêmement rapide (2 à 10 m/h). Le prix de revient du forage se situe aux alentours de 40.000 F CFA/m, en grande série.

4. Rotary à l'air

C'est une méthode extrêmement rapide pour les terrains tendres mais cohérents (jusqu'à 25 m/h). Par l'adjonction d'un marteau-fond-de-trou, on obtient un atelier à peu près universel pour les terrains anciens. Le coût de l'atelier, relativement complexe, est de 80 à 120 mio F CFA, le prix de revient se situe de 30 à 50.000 F CFA le mètre de forage.

(1) Les prix de revient sont calculés pour un organisme public de forages correctement géré, et pour un programme relativement important.

(2) Sauf avec un dispositif spécial de tubage à l'avancement, qui ne dépasse pas 40 m.

5. Conclusion

Etant donné la plage relativement limitée de bon rendement des matériels, le seul qui concurrence véritablement les autres est le battage. Cette méthode conserve un réel intérêt du fait de son universalité et de sa simplicité.

Les comparaisons sont donc à effectuer:

- entre perforation à l'air et battage dans les terrains anciens (socle),
- entre rotary et battage dans les formations sédimentaires.

V. Choix des matériels de forage

La nature particulièrement aléatoire des travaux de forage apparaît bien dans les appels d'offres d'entreprises: les écarts considérables de prix proviennent essentiellement de différences d'appréciation sur les difficultés de terrain, l'approvisionnement ou les déplacements d'un chantier à l'autre. Préciser un rendement et un coût de forage n'a donc de sens qu'en référence aux conditions de mise en oeuvre.

Le choix d'un type d'atelier doit par conséquent être précédé d'une analyse approfondie portant sur:

- le contenu et les caractéristiques des programmes à moyen terme;
- les caractéristiques des formations géologiques (profondeur, qualités mécaniques, épaisseur d'altération, etc...);
- l'infrastructure et le potentiel existants, en personnel, en matériel, dans le cas de la création éventuelle d'un organisme public de forage.

Dans les terrains anciens (socle, roche dure), le battage doit être préféré pour les chantiers dispersés et discontinus et les conditions d'entretien difficiles. Par contre, les ateliers modernes à l'air comprimé (marteau-fond-de-trou, rotary à l'air) sont plus avantageux pour

répondre aux besoins de réalisation en grande série; mais ils exigent une parfaite organisation de la maintenance et la présence d'un échelon mécanique à proximité.

Dans les terrains tendres non cohérents et, plus généralement, les formations sédimentaires, l'alternative se situe dans la grande majorité des cas entre battage et rotary à la boue, le premier procédé étant préférable pour les forages de moins de 50 mètres, le second convenant mieux aux forages plus profonds (jusqu'à 200 m et plus).

En conclusion, le battage est la solution idéale pour des chantiers dispersés et éloignés, dans le cadre de programmes peu importants. La plupart des services et organismes publics de forages en Afrique ont commencé par cette méthode qui convient parfaitement à la formation du personnel. Par contre, les procédés modernes semblent mieux en mesure de répondre à des programmes à grande échelle et à réaliser dans des délais brefs.

En raison de sa simplicité et robustesse, un atelier de battage peut fonctionner avec une certaine autonomie; tous les autres types d'ateliers de forage, à cause de leur complexité ou de leurs performances, nécessitent un appui logistique efficace, et autant que possible spécialisé.

VI. Choix de l'ouvrage: puits ou forage

1. Perméabilité du terrain

La perméabilité du terrain conditionne la hauteur de la tranche à capter: une faible perméabilité nécessite une hauteur de captage importante et provoque un fort rabattement du niveau en exploitation. De plus, les terrains de faible perméabilité subissent d'importantes fluctuations piézométriques saisonnières et interannuelles. C'est la raison pour laquelle, dans les terrains anciens (socle), de nombreux puits, même bien conçus (mais en fonction de conditions normales), se sont asséchés lors des années de la dernière grande sécheresse; par contre, les forages, pénétrant plus profondément dans la nappe, n'étaient pratiquement pas affectés.

fixes inhérentes au forage, l'exclut pratiquement au profit du puits, lorsqu'il s'agit de faibles profondeurs. Par contre, pour des profondeurs plus grandes, les coûts paraissent comparables.

4. Autres facteurs

D'autres facteurs peuvent influencer considérablement le choix entre puits et forages villageois,

- au détriment des forages: les problèmes que pose l'entretien des pompes, la limitation pratique du débit des pompes à main (0.5 à 1.0 m³/h), la spécialisation technique du personnel nécessaire;
- au détriment des puits: la lenteur des travaux (plusieurs mois en général), les contraintes d'organisation de multiples chantiers simultanés, la moins grande fiabilité des puits, au moins dans le socle.

5. Conclusions

- Dans les zones sédimentaires à tradition pastorale, le puits ouvert est de loin plus avantageux que le forage. Mais ce type d'ouvrage n'est pas tout simplement transposable à d'autres conditions.
- Dans les roches dures qui prédominent dans les formations anciennes et le socle cristallin, le forage d'environ 50m de profondeur est plus avantageux que le puits. Toutefois, le forage nécessite une pompe pour son exploitation: dans la mesure où l'entretien régulier et rigoureux de la pompe mécanique n'est pas assuré, il peut être plus efficace et avantageux, même dans le socle, de créer des puits à un coût d'investissement plus élevé, que de réaliser des forages.
- Lorsque l'eau est exploitée par forage à plus de 50m de profondeur, l'exhaure exige une pompe à moteur: le coût (investissement et fonctionnement) devient rapidement "prohibitif". Par conséquent, il faut examiner les possibilités de desservir le plus grand nombre de personnes pour rentabiliser au maximum le point d'eau. Dans ce cas, on doit s'assurer au préalable qu'il n'est pas possible d'exploiter d'autres aquifères moins profonds, même s'ils sont moins productifs.

D'un autre côté, les nappes des terrains sédimentaires de bonne perméabilité sont beaucoup moins tributaires des variations d'alimentation, et les fluctuations piézométriques y sont habituellement faibles. En conséquence, les puits situés dans les bassins sédimentaires ont été beaucoup moins ou pas du tout affectés par la sécheresse.

2. Puits ou forage dans les terrains anciens

Pour des raisons relatives au terrain (faible perméabilité, niveau de l'eau généralement proche du sol, fluctuations saisonnières et annuelles, discontinuité des fissures aquifères) et hydrauliques (rapport des diamètres entre le puits et le forage), le puits exploitant les "poches d'altération" du socle doit avoir en moyenne une dizaine de mètres d'eau à l'équilibre, alors que le forage doit pénétrer de 20 à 30 m dans la nappe.

D'une façon générale, on peut donc comparer, par exemple, un puits de 20 mètres et un forage de 30 à 40 mètres. Malgré son coût au mlin inférieur (+ 45.000 FCFA), le coût total du forage est donc du même ordre que celui du puits (+ 70.000 FCFA/mlin).

Cette relation a tendance à se modifier lorsque la profondeur de l'ouvrage augmente (eau plus profonde): dans le terrain dur, le coût du mètre de puits s'alourdit au fur et à mesure que la profondeur et la dureté s'accroissent, tandis que le coût de la prolongation du forage devient marginal. En conséquence, le forage devient plus avantageux avec la profondeur.

3. Puits ou forage dans les formations tendres

Dans les aquifères peu profonds des formations tendres (sables, grès tendres, etc...), la perméabilité est plus grande. Par conséquent, la profondeur du puits et du forage peut être du même ordre. Pourtant, l'importance des dépenses

F. STRUCTURES INSTITUTIONNELLES

I. Compétences politiques

Ainsi qu'il a déjà été exposé pour l'approvisionnement en eau en milieu urbain (1), les compétences politiques pour l'ensemble des questions de l'eau potable, et même seulement pour la construction et l'entretien des installations d'approvisionnement en eau en milieu villageois (puits, forages), sont souvent partagées entre plusieurs Ministères, autorités et/ou organismes nationaux et/ou régionaux, etc... Il en résulte des inconvénients, notamment:

- la difficulté de formuler une politique de l'eau cohérente, englobant tous les aspects de l'approvisionnement en eau potable;
- la difficulté de coordonner la programmation et la mise en oeuvre des investissements dans ce domaine;
- la difficulté de surveiller, de façon cohérente, l'exploitation et l'entretien des installations.

En conséquence, la compétence politique pour toutes les questions de l'eau potable, et au moins pour toutes les questions de l'approvisionnement en eau des villages, devrait relever d'une seule autorité au niveau national.

II. L'organisation de l'entretien des puits et forages

1. Entretien des puits

Les puits creusés en terrain dur, sans revêtement, ont une durée de vie illimitée et n'exigent qu'un curage de temps à autre. Par contre, les puits construits dans les formations tendres sont d'autant plus vulnérables que la tenue mécanique des terrains est plus mauvaise. Toutefois, même dans des formations très instables, un puits bien construit et régulièrement entretenu peut avoir une durée de vie de plusieurs dizaines d'années. Mais dans ces formations, le captage évolue (enfouissement, ensablement, déformations) et rend un contrôle périodique indispensable.

(1) voir page 41.

Les opérations d'entretien et de réparation les plus courantes sont les suivantes:

- curage: extraction des débris tombés dans le puits ou de l'ensablement qui a pu se produire soit par l'extérieur, soit par le fond dans le captage;
- remblayage ou dégagement des abords;
- décolmatage mécanique ou chimique, réfection du captage après extraction ou rechemisage;
- rajout de graviers-filtres derrière le captage;
- réparations des parties en béton: cuvelage, margelle, dalles antibourbiers, abreuvoirs.

Les évaluations ont montré qu'en réalité l'entretien des puits est souvent déficient, soit faute de crédits alloués au service administratif compétent (génie rural au Sénégal, DHER en Haute-Volta, SERARHY au Tchad), soit faute de matériel d'entretien, ou parce que le matériel d'entretien existant est utilisé en priorité pour la construction de nouveaux puits (Subdivisions de l'Hydraulique, Togo), soit encore faute d'une structure logistique d'entretien appropriée.

Par contre, l'OFEDS au Niger est un exemple intéressant d'organisation d'un entretien régulier: en principe, chacun des 4.200 puits en béton existant actuellement au Niger est visité tous les trois ans. A ces fins, l'OFEDS dispose de 26 équipes d'entretien (1), qui travaillent à partir de 7 Divisions régionales; chaque équipe peut en principe assurer en moyenne l'entretien d'environ 50 puits par an. Pour pouvoir réaliser sans entraves les programmes d'entretien régulier, l'OFEDS s'efforce de limiter, au strict minimum, les interventions d'urgence. Le coût de l'entretien annuel d'un puits se situe entre 25 et 30.000 FCFA, couvert en principe par une contribution des arrondissements et par des subventions du budget national.

(1) Chaque équipe dispose d'un derrick, et comprend un puisatier, un aide-puisatier, un treuilliste et trois manoeuvres.

Etant donné que le service d'entretien de l'OFEDES fonctionne convenablement, et compte tenu des conditions naturelles relativement défavorables au Niger (pays très vaste, puits dispersés, formations sableuses pour l'essentiel), la base financière susmentionnée pourrait constituer un ordre de grandeur valable pour tous les Etats, sous condition évidemment d'une bonne gestion.

2. Entretien et exploitation de forages

D'une manière générale, et à condition d'être correctement réalisés, les forages villageois devraient avoir une bonne longévité sans nécessiter un entretien courant ou de grandes réparations. En conséquence, l'entretien des forages porte principalement sur les équipements: pompes à main, pompes à moteur, superstructures (réservoirs, abreuvoirs, etc...).

(a) Entretien de pompes à main

Il n'existe pratiquement pas de pompe qui peut fonctionner à la longue sans entretien. Or, toutes les expériences montrent que le problème de l'entretien ne paraît nulle part être résolu de façon vraiment satisfaisante. En effet, l'entretien régulier des pompes nécessite une organisation appropriée efficace, ainsi que des moyens financiers suffisants et disponibles.

Les deux projets de puits équipés de pompes, réalisés en Côte d'Ivoire entre 1961 et 1965 et financés sur les ressources du FED, ont montré toute la gamme de difficultés et problèmes que peuvent poser l'utilisation et l'entretien de pompes à main. Malgré le service d'entretien existant, pendant de longues années aucune pompe ne fonctionnait dans certaines régions; dans d'autres, de nombreuses pompes étaient constamment en panne. S'agissant de puits dans la plupart des cas, la population pouvait recourir à l'exhaure traditionnelle à la main, tandis que, dans le cas d'un forage, la panne de la pompe rend tout de suite le point d'eau inutilisable. C'est notamment grâce aux insistances répétées de la Délégation de la Commission à Abidjan que la situation de l'entretien permanent des pompes s'est nettement améliorée ces dernières années, et que la recherche d'une solution de principe a été avancée.

Depuis 1974, la SODECI, gestionnaire des adductions d'eau urbaines, est également chargée, par le contrat d'affermage, de l'exploitation et l'entretien des installations d'approvisionnement en eau des villages. A cette fin, la SODECI a commencé à créer une structure administrative et technique complémentaire prévoyant:

- un responsable rémunéré par village, pour le graissage des pompes et la détection de pannes,
- des équipes d'inspection assurant le contrôle technique régulier et les réparations simples,
- des équipes de dépannage assurant des réparations importantes.

La prise en charge de l'entretien des puits et pompes, par la SODECI, constitue une solution valable et intéressante à ce problème important: lors de notre mission d'évaluation en 1976, les premiers résultats positifs se faisaient déjà visiblement remarquer. En 1976 le budget de l'entretien des puits et pompes villageois s'est élevé à 80 mio F CFA, soit 35.000 F CFA par puits et pompe, financé dans le cadre de la péréquation nationale des tarifs SODECI: la charge supplémentaire de 2,3 F CFA/m³ (1) facturée aux consommateurs payants dans les grandes villes est raisonnable et supportable.

Si une telle solution optimale n'est pas transposable telle quelle à un autre pays, un organisme d'entretien de pompes doit en tout état de cause.

- disposer d'allocations budgétaires suffisantes et régulières (2);
- être organisé de façon à s'adapter soigneusement aux nécessités locales de flexibilité, de légèreté et de pragmatisme: logistique relativement simple, faibles distances, moyens de déplacements légers, etc...

(1) 80 mio FCFA répartis sur 34,8 mio m³ d'eau vendus par la SODECI dans les grandes villes. Pour le système de la péréquation voir page 57.

(2) Les possibilités d'une participation financière de la population sont traitées aux pages 116/117.

(b) Entretien et exploitation de pompes à moteur

L'entretien des pompes à moteur étant inséparable de leur fonctionnement, il doit être organisé de façon à permettre le contrôle régulier du fonctionnement ainsi qu'une intervention "immédiate" (dans un délai de 48 heures au maximum) en cas de panne. En général, seuls les forages à prédominance pastorale sont équipés de pompes à moteur. Au Niger, leur entretien et fonctionnement est assuré par l'OFEDS, au Sénégal par la SOMH. Dans les deux cas, l'eau étant distribuée gratuitement, le budget est couvert par des subventions de l'Etat. Le coût de fonctionnement annuel d'un forage pastoral se situe entre 1,6 mio FCFA (Sénégal, 1975) et 2 mio FCFA (Niger, 1976), sans charges d'amortissement.

3. Formes d'organisation de l'entretien

Les évaluations ont montré une assez grande diversité de formes d'organisation pour l'entretien de puits et forages. D'une façon générale, on peut distinguer les formes suivantes:

(a) Service administratif

Exemples: Haute-Volta, Sénégal, Togo. En général, c'est une formule relativement rigide: procédures administratives lourdes, statut de "fonctionnaires" du personnel, difficulté de libération régulière des crédits nécessaires, adaptation difficile à des évolutions techniques spécifiques, etc...

(b) Organisme ou office public autonome

Exemple: OFEDS au Niger. Une certaine autonomie financière et des procédures administratives moins lourdes donnent une souplesse de gestion plus grande que pour un service administratif.

(c) Société privée ou d'économie mixte

Exemple: SODECI en Côte d'Ivoire. C'est une formule qui bénéficie d'un maximum de souplesse financière et administrative. Son efficacité est encore accrue dans la mesure où les stipulations du contrat de concession ou d'affermage tiennent compte du caractère

social des services à rendre, précisent toutes les modalités de l'entretien, et prévoient des pénalités en cas de défaillance (1).

4. Importance de l'entretien

Il est évident qu'un entretien régulier est nécessaire pour garantir la pleine utilisation des puits ouverts. Cependant, les puits peuvent en général encore être utilisés plus ou moins normalement, au moins temporairement, même si l'entretien se révèle déficient.

Par contre, l'entretien de pompes à main ou à pied, dont est équipé un puits ou un forage, revêt un caractère vital pour la population: l'utilisation du forage présuppose le fonctionnement correct et permanent de la pompe. Si ce fonctionnement régulier ne peut pas être garanti, et si le forage est la seule source d'eau dans un rayon de plusieurs kilomètres, une panne peut vite prendre une ampleur catastrophique pour la population. Pour ces raisons, on continue, dans beaucoup d'Etats, à construire des puits ouverts, même si le coût moyen est plus élevé que celui d'un forage. Même si une option politique est prise pour l'installation de pompes, il peut être avantageux de monter la pompe sur un puits ouvert: contrairement au forage, celui-ci peut encore être utilisé en cas de panne de la pompe.

III. Organisation pour la réalisation de puits et forages

Les évaluations ont montré que, dans la plupart des pays, il est beaucoup plus difficile de résoudre, de façon satisfaisante, les problèmes d'entretien que de réaliser de nouveaux ouvrages: en effet, les besoins d'entretien sont moins évidents et les nouveaux investissements sont beaucoup plus spectaculaires. En conséquence, les problèmes d'entretien ont été assez négligés dans le passé. Alors qu'en principe l'entretien doit être une tâche exclusivement nationale, pour la réalisation de nouveaux ouvrages on peut toujours faire appel à des aides et à des entreprises extérieures. Pourtant, de nombreux Etats ont tendance à envisager la création d'une organisation à cette fin.

(1) En Côte d'Ivoire, la SODECI est pénalisée de 3.000 FCFA par jour en cas de panne d'une pompe villageoise pendant plus de 72 heures.

Mais l'organisation convenable de l'entretien présente un caractère absolument prioritaire: un Etat ne devrait s'engager dans une structure de réalisation, d'abord de puits et plus tard éventuellement de forages, qu'après avoir résolu tous les problèmes d'entretien des ouvrages existants.

Toutefois, une structure nationale de réalisation peut s'avérer nécessaire dans certains cas particuliers:

- pour se substituer aux entreprises privées qui peuvent ne pas être intéressées à réaliser des ouvrages dans des conditions particulièrement désavantageuses (pays insulaires ou enclavés, nombre d'ouvrages peu élevé, accès difficile aux villages, etc...), ou bien qui demanderaient des prix exorbitants pour faire le travail;
- pour assurer l'encadrement technique indispensable à la réalisation des ouvrages avec une participation active de la population.

1. Organisation pour la réalisation de puits

La technique des puits est lente et essentiellement à base de travail manuel (coût du personnel aux environs de 30%, voir tableau Annexe 7); elle utilise des matériels relativement simples.

La réalisation de captages assez profonds dans tous terrains réclame un matériel important: grue-derrick, benne-preneuse, compresseur, pompe à air comprimé, marteaux-piqueurs, moules à buses, etc... Pour le personnel, la formation permanente des puisatiers sur le tas est indispensable pour assurer la meilleure performance des équipes de construction.

La plus grande difficulté d'une opération de puits est la coordination des chantiers et l'approvisionnement de chacun d'eux en temps utile: il s'agit notamment de prévoir avec précision la date et la durée d'intervention de l'équipe de "mise en eau" et d'organiser rigoureusement les transports du personnel et des

matériaux. La fabrication des buses doit être étudiée en fonction de la dispersion des chantiers (1): elle peut être effectuée soit sur le chantier, soit dans un atelier central avec transport des buses jusqu'à chaque chantier.

Au Niger par exemple, l'OFEDES, initialement créé pour assurer l'entretien des ouvrages d'hydraulique rurale, a vu étendre son champ d'action, au cours des années, vers la construction de nouveaux puits et forages. Une telle liaison entre les services d'entretien et de réalisation dans le même organisme est souvent réalisée: Subdivisions de l'Hydraulique au Togo, SERARHY au Tchad, DHER en Haute-Volta.

Les avantages sont que

- cet organisme attachera une attention particulière au choix de la conception technique et à la qualité de la construction, en vue de faciliter au maximum l'entretien ultérieur;
- les services d'entretien sont en mesure de recueillir progressivement une masse précieuse d'expériences, ainsi que d'informations sur les conditions hydro-géologiques, socio-économiques et sociologiques, qui peuvent être valorisées lors de la conception de nouveaux ouvrages.

Les désavantages d'une telle liaison sont que cet organisme risque toujours d'étendre ses activités de réalisation au détriment des travaux d'entretien courant: les contraintes inhérentes à l'exécution d'un programme de nouveaux puits, notamment des pressions politiques ou des délais contractuels, peuvent amener cet organisme à transférer des moyens en matériel et en personnel des services d'entretien aux services de réalisation.

2. Organisation pour la réalisation de forages

La technique des forages est rapide et essentiellement à base de matériels spécialisés. Les points délicats d'une organisation appropriée sont en général

(1) Une buse de captage de 140 cm de diamètre pèse 1.200 kg.

- le niveau élevé de qualification des sondeurs et mécaniciens, qui rend souvent indispensable l'appui d'une assistance technique extérieure;
- l'organisation de l'infrastructure logistique et de son fonctionnement, notamment l'organisation du magasin, la mise à disposition en temps utile des pièces de rechange nécessaires, la réparation des matériels complexes, etc...

Le budget annuel approximatif nécessaire est d'environ 500 mio FCFA pour un organisme de type administratif avec appui technique de contractuels expatriés (1): ceci indique les contraintes financières et économiques d'une telle création. Dans la plupart des Etats, pour l'exécution de programmes de forages, le recours à des sociétés privées paraît être la formule la mieux adaptée à leur niveau de développement économique; mais cette solution requiert un contrôle efficace de la part de l'Administration: il convient donc que les services de contrôle soient renforcés.

(1) Un tel organisme équipé de 4 ateliers modernes serait en mesure de réaliser environ 300 forages de 50 m de profondeur par an, sous réserve d'une organisation rigoureuse.

G. PARTICIPATION DE LA POPULATION

Une participation de la population peut être appelée pour la construction et/ou l'entretien des ouvrages d'approvisionnement en eau des villages.

I. Participation active de la population à la construction: puits avec "investissement humain"

La conception des puits avec "investissement humain" ou "self-help" fait partie de l'ensemble des efforts de certains Etats ou organismes privés pour faire participer activement la population au développement; elle est susceptible d'amener les bénéficiaires à une certaine prise de conscience des problèmes de l'eau et notamment de leurs points d'eau (1). Dans cette optique, la participation de la population se fait en général "gratuitement" (2).

1. Conception de puits avec "investissement humain"

Dans certains pays, la conception des puits avec "investissement humain" a d'abord reposé sur l'idée qu'il était possible de créer un ouvrage intermédiaire entre le puits traditionnel, toujours menacé d'éboulement, et le puits en béton avec colonne de captage. Au début des expériences (Haute-Volta), la population avait entièrement construit des puits simplifiés, sans colonne de captage. Mais il s'est avéré que, sans le support d'un service technique spécialisé, ces puits n'étaient pas adaptés à pénétrer profondément dans l'aquifère, alors que les formations géologiques exploitées réclamaient une grande hauteur de captage. Par conséquent, un grand nombre de ces puits n'étaient pas permanents. Par la suite, la construction de puits fut confiée à un service technique spécialisé et "l'investissement humain" fut complètement intégré dans l'exécution des travaux par ce service.

Cette dernière formule a constitué le succès de l'"investissement humain" tel qu'il a été pratiqué, par exemple au Niger, pendant une dizaine d'années:

-
- (1) Les programmes de micro-réalisations stipulés par la Convention de Lomé rentrent dans le même ordre d'idées.
 - (2) Dans certaines conditions particulières, une "rémunération" sous forme d'aliments fournis par l'aide alimentaire est accordée.

L'OFEDES a construit le puits et a fait appel à la participation des villageois pour autant que les nécessités techniques le permettaient.

Le village s'engageait à fournir la main-d'oeuvre non qualifiée pour l'exécution de certains travaux d'exécution simple et bien délimitée: fonçage du puits, extraction des déblais, préparation du béton, participation au cuvelage. Dans la mesure du possible, il s'engageait à ramasser et tamiser les matériaux locaux (gravier, sable), éventuellement à fournir l'eau nécessaire, ainsi que les cases pour le logement du personnel spécialisé (puisatier, équipe de mise en eau).

L'OFEDES mettait en oeuvre le personnel spécialisé (puisatier et aide-puisatier), les équipements techniques nécessaires (véhicules, treuils, derricks) et les matériaux (ciment, fers à béton, outillage). Il veillait à l'approvisionnement du chantier, assurait le fonctionnement des équipements, surveillait le travail des villageois et exécutait avec ses propres moyens les travaux de captage.

Il paraît que le Gouvernement du Niger a récemment décidé d'abandonner cette formule d'"investissement humain" devant les réticences grandissantes des populations concernées, liées au fait:

- que dans une même région peuvent coexister des programmes avec et sans participation de la population;
- que certains puits sont concurremment utilisés par les pasteurs qui, sans avoir participé à leur construction, en tirent un avantage jugé excessif par les sédentaires.

2. Conditions de participation de la population

Malgré cette évolution récente au Niger, les évaluations ont montré que, d'une façon générale, cette participation de la population peut être obtenue:

- si l'information et l'animation préalables sont faites de façon pénétrante et efficace, par exemple par des réunions d'information et de sensibilisation;

toutefois, le projet doit être mis en oeuvre promptement après cette approche, faute de quoi les villageois risquent d'être déçus dans leur attente, et leur bonne volonté risque de faiblir;

- si les villageois éprouvent de véritables besoins urgents en eau, où les besoins s'expriment en termes de quantité d'eau disponible plutôt que de qualité: s'il n'y a qu'une source d'eau très lointaine ou si les puits traditionnels tarissent vite, le village ressent un grand besoin; si les villageois s'alimentent habituellement au marigot, et si le but du puits n'est que d'améliorer la qualité de l'eau, le village ne ressentira guère de besoin;
- s'il s'agit d'un habitat concentré. Par contre, dans un village dispersé la participation pourra très difficilement être obtenue;
- si la population est effectivement disponible pendant la durée de la construction (1); cette disponibilité peut être restreinte dans certaines conditions: éleveurs en zone nomade occupés pratiquement pendant toute l'année (il est quasi impossible de construire des puits avec "investissement humain" en zone nomade), existence d'infrastructures d'irrigation (en zones sédentaires) permettant des cultures de contre-saison, émigration saisonnière des jeunes vers d'autres pays, abaissement de l'enthousiasme des villageois, coutumes et certaines particularités de la structure sociale (2);
- si le programme n'est pas concurrencé, dans la même région, par la réalisation d'ouvrages en régie ou à l'entreprise sans participation de la population;
- si la profondeur des puits ne dépasse pas certaines limites (à titre indicatif: + 60 m); on a pu constater qu'au delà de cette profondeur, la population devient réticente, mais le travail serait aussi trop dangereux pour une main-d'oeuvre non qualifiée.

(1) En moyenne, une équipe de construction avec "investissement humain" réalise environ 10 mln par mois; une équipe travaillant en régie devrait être en mesure de réaliser entre 10 et 15 mln par mois.

(2) Certaines cérémonies peuvent arrêter toutes les activités d'un village pour une durée déterminée; des différences de niveau social dans un village peuvent faire que, pour certaines personnes, certains travaux ne sont pas acceptables.

Enfin, il va de soi que la participation des villageois au forage est limitée dans certaines conditions hydrogéologiques: terrain très dur (forage mécanique ou par explosif) ou terrain instable (forage par la technique du havage).

3. Avantages et désavantages de l'"investissement humain"

Deux avantages principaux militent en faveur de la construction de puits avec "investissement humain", par rapport à la réalisation en régie ou à l'entreprise:

- le coût: la différence n'est cependant pas aussi élevée que l'on ne pourrait supposer, car elle consiste dans le coût de la main-d'oeuvre non qualifiée, qui n'est de toute façon pas très chère.

Tous les autres coûts (surveillance, matériaux, fonctionnement, équipement) sont pratiquement identiques (tableau Annexe 7);

- le facteur psychologique: les villageois sont motivés à prendre leur destin en main et à contribuer au développement de leur pays. On peut cependant se demander si cette motivation sera persistante, et si elle se maintiendra au delà de la mise en service du puits.

Les désavantages principaux sont une moindre efficacité et un délai d'exécution plus long. Ils peuvent cependant être palliés par une organisation rationnelle de l'exécution.

II. Participation active de la population à l'entretien

Les évaluations entreprises montrent que les villageois ayant participé activement de leurs propres mains à la construction considèrent en général ce puits comme leur propre ouvrage. Ils ignorent ou ils refusent d'admettre, ou encore ils ne reconnaissent pas, le fait qu'un organisme spécialisé leur a fourni le "know-how", les équipements spécialisés, etc... Pourtant, et contrairement à ce qu'on pourrait attendre, la population prend rapidement l'attitude que c'est l'Administration qui doit assumer l'entretien du puits. Mais il faut aussi être réaliste:

si les villageois peuvent, à la rigueur, faire le curagé et le désensablement du puits, son entretien proprement dit et sa réparation nécessitent du matériel spécialisé. L'existence d'un service d'entretien compétent et bien équipé est donc indispensable. Sa tâche principale doit être la visite périodique des puits. Il va de soi que ces visites d'entretien et de réparation d'un organisme de l'"Administration" raffermissent la population dans son attitude de non-responsabilité pour tous ces travaux d'entretien.

En conclusion, pour assurer une participation active des villageois à l'entretien, il paraît indispensable

- de prévoir la formation appropriée de quelques villageois bien choisis pour les rendre capables de réaliser un minimum d'entretien,
- de prévoir une animation poursuivie pour les aider à prendre conscience de façon durable de leur responsabilité vis-à-vis de leurs puits et/ou pompes,
- de prévoir un support logistique ainsi qu'une organisation d'entretien efficace pour l'encadrement des villageois et l'exécution des travaux plus complexes.

Il faut cependant ajouter que l'entretien d'un puits en béton par la population pose également des problèmes sociologiques: selon les règles traditionnelles, celui qui fait l'entretien, prend aussi le contrôle du puits; mais peu de villageois ont en général la possibilité ou le pouvoir de prendre le contrôle des points d'eau aussi importants que les puits en béton.

III. Participation financière de la population à la construction et à l'entretien

Les réalisations d'une organisation religieuse au Togo montrent que, dans certaines conditions, la population est tout à fait disposée à participer, non seulement activement, mais aussi financièrement, à la construction de puits et/ou forages ainsi qu'à leur entretien, et à l'achat et l'entretien de pompes à main. Par contre,

en Côte d'Ivoire, pendant les années soixante, les tentatives de faire participer financièrement la population à l'entretien de pompes, ont échoué en raison du coût élevé des réparations et du laps de temps trop long entre la collecte et l'exécution des travaux.

D'une façon générale, sur la base des quelques expériences acquises, on retiendra que la participation financière de la population peut être espérée dans la mesure où:

- l'entretien de l'ouvrage est d'un intérêt vital pour la population, c'est-à-dire, qu'il n'existe pas de sources d'eau alternatives;
- la conscience de la qualité hygiénique de l'eau du puits moderne prévaut sur la facilité d'approvisionnement au point d'eau traditionnel;
- une animation très poussée fera mieux prendre conscience de l'intérêt des villageois pour le puits (satisfaction d'un besoin) ou pour la pompe (facilité d'exhaure, meilleure qualité d'eau);
- un encadrement poursuivi maintient cet intérêt pour l'utilisation correcte du puits et/ou de la pompe, ainsi que pour la collecte d'argent pour chaque réparation;
- les fonds collectés sont en relation raisonnable avec les revenus moyens des villageois, ce qui demande, en général, aussi une participation de l'Etat;
- dans le cas d'une collecte des fonds pour un service d'exécution et/ou d'entretien extérieur celui-ci est organisé de façon à assurer, sans retard, la réalisation et/ou les réparations nécessaires et de rendre ainsi tangible le rapport entre la collecte des fonds et l'exécution et/ou la réparation.

IV. Résumé

La participation active et/ou financière de la population à la construction et/ou à l'entretien des ouvrages d'approvisionnement en eau des villages paraît être importante pour augmenter les chances de leur succès. Elle présuppose, lors de la conception du projet:

- de déterminer ou de susciter l'intérêt des villageois pour l'ouvrage et leur disposition à participer,

- de déterminer la capacité matérielle et financière des villageois à participer,
- de déterminer les conditions à remplir et les actions concrètes à entreprendre pour obtenir cette participation,
- de déterminer les tâches de mise en oeuvre, de support et d'encadrement à assumer par l'Administration ou un organisme spécialisé,
- de déterminer les conditions d'organisation du travail d'exécution et/ou d'entretien.

H. EDUCATION SANITAIRE

Ainsi que nous l'avons vu, la prédominance des habitudes, mais aussi un manque presque total de conscience de la qualité hygiénique de l'eau, notamment en milieu rural, font qu'un nouveau puits risque d'être considéré, par les utilisateurs, comme une source d'eau quelconque supplémentaire et équivalente au point d'eau traditionnel. Par conséquent, les investissements dans le domaine de l'approvisionnement en eau des villages ne peuvent être vraiment rentabilisés que si la population est sensibilisée à la qualité hygiénique de l'eau.

Il s'ensuit que les programmes de construction de puits devraient en principe être accompagnés de mesures appropriées d'éducation à l'hygiène, permettant à la population de comprendre et d'assimiler les avantages sanitaires de l'eau potable non polluée, de leur faire sentir que les progrès de la santé relèvent de leur propre responsabilité.

Cette éducation à l'hygiène peut se faire par les services de la santé publique, soit par du personnel spécialisé en éducation sanitaire, soit par le personnel médical et paramédical en contact avec la population. Elle peut se faire éventuellement en collaboration avec d'autres services, comme l'enseignement général, l'animation rurale ou l'encadrement agricole. Un appui approprié par tous les moyens audio-visuels possibles peut être utile, à condition qu'il y ait une étroite coordination entre les différentes actions,

Pour avoir un impact pertinent, les programmes spécifiques d'éducation sanitaire sont en général très coûteux; mais leur impact semble en général être relativement faible, et même des effets temporaires visibles ont tendance à s'évaporer rapidement après la fin des actions. Cela pourrait être une des raisons pour lesquelles, dans la plupart des pays, l'éducation en hygiène sociale vit plus ou moins dans l'ombre, handicapée en plus par la pauvreté des moyens financiers alloués à cette fin.

La solution trouvée en Côte d'Ivoire paraît être prometteuse: toutes les activités d'éducation liées au "programme national" d'hydraulique villageoise sont concentrées dans un Office spécialisé (ONPR) financé par une surtaxe modeste sur les ventes d'eau dans les grandes villes (1). En principe, des équipes mobiles de deux personnes forment des animateurs-paysans à l'aide de matériel pédagogique (fiches, albums, matériel audio-visuel). L'efficacité d'une telle organisation dépend de l'utilisation rationnelle et fonctionnelle des moyens financiers mis à sa disposition, et de l'intensité des activités pratiques en brousse: en tous les cas, il faut contrarier dès le début les tendances toujours latentes de créer d'abord un "overhead" logistique dans la capitale, au détriment des centres d'action en milieu rural.

En résumé, l'éducation sanitaire seule et mise en oeuvre de façon isolée ne pourra guère avoir un impact pertinent. Elle doit être jumelée avec d'autres efforts d'éducation, d'animation ou simplement de développement dans d'autres secteurs.

(1) Voir page 55.

ANNEXES

ANNEXE 1

LISTE DES PROJETS AYANT FAIT L'OBJET DE L'EVALUATION SECTORIELLE

Situation 30.9.1977

Pays	N° comptable	Intitulé des projets	Coûts des projets (*) en 000 UCE
<u>COTE D'IVOIRE</u>	11.21.508	Alimentation en eau de Bouaké	1.136
	12.21.504	Trois adductions d'eau (Divo, Agnibilekrou, Toumodi)	—
	11.21.501 } 12.21.504 }	Construction de 10 barrages dans la boucle du cacao	5.062
	11.21.501 } 12.21.504 }	Hydraulique humaine et pastorale (354 puits)	—
	12.21.504	Hydraulique humaine (148 puits; prospection de 300 puits pastoraux)	—
	215.106.25	Hydraulique humaine (200 puits dans le Nord)	1.116 (**)
	<u>HAUTE-VOLTA</u>	12.21.702	Hydraulique humaine et pastorale (21 puits)	158
211.009.14		Hydraulique humaine (76 puits réalisés par investissement humain)	117
11.21.705		Trois adductions d'eau (Kaya, Koudougou, Ouahigouya)	470
11.21.707		Alimentation en eau et assainissement de Ouagadougou	903 (1)
11.21.710		Extension de l'adduction d'eau à Ouagadougou	729

ANNEXE 1 suite

<u>HAUTE-VOLTA</u> (suite)	211.009.24	Renforcement de l'ad- duction d'eau à Ouagadougou	2.576
	215.009.19	Approvisionnement en eau et électricité de l'usine textile et de la ville de Koudougou	572 (1)
	3100.472.09.03	Extension adduction d'eau à Bobo-Dioulasso	2.360 (**)
<u>NIGER</u>	12.21.801	Construction de 395 puits	4.902
	211.013.04	Construction de 150 puits	1.292
	211.013.19	Construction de 514 puits	5.939
	211.013.27	Trois adductions d'eau (Filingué, Birni N'Konni, Tahoua)	1.477
	3100.071.13.19	Hydraulique humaine (300 puits réalisés par investissement humain)	1.732 (**)
<u>SENEGAL</u>	11.21.112	Puits (133 puits)	1.150
	11.21.112	Forages (24 forages)	1.061
	11.21.116	Adductions d'eau de 8 centres secondaires	410
	211.015.16	Adduction d'eau de Dakar (conduite Thiès- Dakar)	4.787
<u>TCHAD</u>	12.23.401	Hydraulique villageoise et pastorale (185 puits)	2.939
	3100.172.17.18	Adduction d'eau de N'Djamena (tranche d'ur- gence)	2.240 (**)
	3100.672.17.26	Adduction d'eau de N'Djamena (travaux défi- nitifs)	5.677 (**)

ANNEXE 1 suite

<u>TOGO</u>	11.22.111	Adduction d'eau de Lomé	535
	3100.671.18.07	Programme d'hydraulique villageoise (+ 135 puits)	1.797 (**)
	3100.071.18.12	Hydraulique villageoise - matériel d'entretien	221 (**)

(*) Coût total (dépenses)

(**) Montant global des marchés

(1) Partie alimentation en eau seulement

ANNEXE 2

DOCUMENTS DE BASE DE L'EVALUATION SECTORIELLE

CEE : Rolf BRENNER Evaluation ex-post de projets d'hydraulique humaine, Côte d'Ivoire	VIII/A/2/708(76)FR 19 janvier 1977
CEE : Rolf BRENNER Evaluation ex-post de projets d'hydraulique, Sénégal.	VIII/767(76)FR 25 mars 1977
INSTITUT INTERNATIONAL DE RECHERCHE ET DE FORMATION (IRFED), Paris Evaluation ex-post de projets d'hydraulique humaine, Tchad	mai 1977
ASSOCIATION INTERNATIONALE DE DEVELOPPEMENT RURAL (AIDR), Bruxelles Evaluation des projets d'hydraulique humaine en Haute-Volta	septembre 1977
CEE : Rolf BRENNER Evaluation ex-post de projet d'hydraulique humaine, Niger	VIII/556(77)FR 12 octobre 1977
CEE : Rolf BRENNER Evaluation ex-post de projet d'hydraulique humaine, Togo	VIII/1086(77)FR octobre 1977
BURGEAP, Paris L'équipement des villages en puits et forages en fonction des conditions hydrogéologiques dans les Etats ACP d'Afrique (types d'ouvrages et de matériels, études et reconnaissances préalables)	1978
CEE Rapport de la Commission au Conseil des Communautés sur les conditions de mise en oeuvre et d'utilisation des aides par les Etats associés, les pays et les territoires bénéficiaires en 1972 (2e partie, chap. II)	SEC(73)3040 final 13 septembre 1973
CEE Rapport de la Commission au Conseil des Communautés sur les conditions de mise en oeuvre et d'utilisa- tion des aides par les Etats associés, les pays et les territoires bénéficiaires en 1971 (2e partie, B)	SEC(72)2666 final 26 juillet 1972

ANNEXE 3

APPROVISIONNEMENT PUBLIC EN EAU (1)

Région/pays	Population urbaine desservie			Population rurale desservie	Total (moyenne pondérée)
	branchements particuliers	bornes-fontaines	total urbain		
<u>TOTAL MONDIAL</u>					
Actuellement (1975)	57 %	20 %	77 %	22 %	38 %
Objectifs 1980	68 %	24 %	92 %	36 %	
<u>AFRIQUE</u>					
Actuellement (1975)	37 %	31 %	68 %	21 %	29 %
Objectifs 1980	45 %	35 %	80 %	35 %	
<u>SITUATION 1975 (2)</u>					
- Côte d'Ivoire (3)	.....	.....	98 %	29 %	44 %
- Haute-Volta	19 %	31 %	50 %	23 %	25 %
- Niger	28 %	8 %	36 %	26 %	27 %
- Sénégal	28 %	28 %	56 %	.....	.....
- Tchad	7 %	36 %	43 %	23 %	26 %
- Togo	.....	.....	49 %	10 %	16 %

(1) Source : OMS - Rapport de statistiques sanitaires mondiales, vol. 29, n° 10/1976. Numéro spécial : Approvisionnement public en eau et évacuation des excréta dans les pays en voie de développement. Bilan des progrès accomplis.

(2) Pour les pays ayant fait l'objet de l'évaluation sectorielle

(3) Chiffres 1970

ANNEXE 4

APPROVISIONNEMENT EN EAU URBAIN:

CONSOMMATIONS MOYENNES

1975

<u>Ville</u>	<u>Pays</u>	<u>Habitants</u>	<u>L/h/j</u>
Lomé	Togo	240.000	75
Ouagadougou	Haute-Volta	170.000	57
N'Djamena	Tchad	224.000	54
Bouaké	Côte d'Ivoire	170.000	47
Bobo Dioulasso	Haute-Volta	115.000	37
Tahoua	Niger	36.000	19
Birni N'Konni	Niger	12.000	10
Filingué	Niger	10.000	10
Toumodi	Côte d'Ivoire	13.000	13
Ouahigouya	Haute-Volta	25.000	10

APPROVISIONNEMENT EN EAU URBAIN:
PRINCIPAUX GROUPES DE CONSOMMATEURS

ville (pays)	année	nombre habitants	consomm. totale m ³	consomm. admin. m ³	%	consomm. particul. m ³	%	consomm. bornes-font. m ³	%	nombre abonnés	nombre bornes- fontaines
Dakar (Sénégal)	1974		23.490.000	2.720.000	11			2.890.000	12		
Ouagadougou (Haute-Volta)	1975	170.000			24		53		9		62
Bobo Dioulasso (Haute-Volta)	1975	115.000			16		51		9		
N'Djamena (Tchad)	1976	230.000								3.500	50(1)
Lomé (Togo)	1976	230.000								5.340	196
Niamey (Niger)	1975		4.382.000	1.384.000	32	2.799.000	64	89.000	2		
Zinder (Niger)	1975		580.000	165.000	28	267.000	46	139.000	24		
Maradi (Niger)	1975		525.000	106.000	20	242.000	46	166.000	32		
Bouaké (Côte d'Ivoire)	1974	170.000	2.300.000	991.000	43	907.000	39	-	-	3.600	-
Koudougou (Haute-Volta)	1975	36.000			20		35		1		
Ouahigouya (Haute-Volta)	1975	25.000			53		41		6		
Kaya (Haute-Volta)	1975	18.000			53		38		9		
Tahoua (Niger)	1975	35.000	235.000	89.000	38	66.000	28	73.000	31	323	30(1)
Birni N'Konni (Niger)	1975	11.500	44.000	3.000	7	10.000	23	31.000	70	134	16(1)
Filingué (Niger)	1975	10.000	34.000	4.000	12	30.000	88	n.d.	-	167	15(1)
Toumodi (Côte d'Ivoire)	1975	13.000	60.600							201	4

ANNEXE 5

(1) Une partie des bornes-fontaines est hors fonction

ANNEXE 6

STRUCTURES DE TARIFICATION

en F CFA/m3

	Côte d'Ivoire	Haute-Volta	Niger	Sénégal	Tchad	Togo
tarif en vigueur : année	(1976)	(1977)	(1976)	(1974)	(1977)	(1977)
plein tarif au consommateur	119	70	55 - 95	105 (8)	52 - 120 (10)	45
dont :						
- recette société de gestion (1)	56,8	70	55 - 95	65 (9)	52 - 120	45
- surtaxe "fonds de renouvellement"(2)	-	-	-	8	-	-
- surtaxe "fonds d'amortissement" (3)	37,3 (7)	-	-	30	-	-
- surtaxe assainissement (4)	14,9	-	-	-	-	-
- surtaxe éducation sanitaire (5)	1,0	-	-	-	-	-
- surtaxe Municipale (6)	9,0 (7)	-	-	2	-	-
type du plein tarif						
- tarif unique toutes adductions d'eau	119	70	-	-	-	45
- tarifs régionaux						
. capitale	119	70	55	105	52	45
. centres secondaires	119	70	55 - 95	93 - 96	65 - 120	45
tarifs modulés						
- par groupes de consommateurs	-	-	-	-	-	-
. particuliers	-	-	-	-	105	-
. administrations	-	-	-	-	100	-
. industries	-	-	-	-	33 - 46	30
. bornes-fontaines	63	-	-	-	72	-
- en fonction des quantités de consommation	119 - 45	70 - 153 (mars à mai seulement)	45 - 85	-	-	-
tarifs pour prélèvements privés dans la nappe	43,3 - 20,6	-	-	-	-	-

(1) Y compris des dotations aux amortissements sur des installations dont le gestionnaire n'est pas propriétaire

(2) Pour le financement de travaux d'extension et/ou de remplacement

(3) Pour couvrir les charges financières (intérêts et remboursements afférents aux emprunts contractés).

(4) Pour couvrir les charges de fonctionnement et financières afférentes aux installations d'évacuation des eaux usées

(5) Pour le financement de programmes d'action d'éducation sanitaire

(6) Pour le financement de tâches municipales liées à la distribution d'eau

(7) Abidjan

(8) Tarif Dakar et Cap Vert

(9) Dont 2,5 TCA

(10) Tous les tarifs sont majorés d'une taxe de 9,93 %.

ANNEXE 7

COUT D'INVESTISSEMENT DE PUIITS VILLAGEOIS

	NIGER (3) (1976)		NIGER (3) (1976)		TCHAD (6) (1975/76)	
	régie (1)		"investissement humain"		régie (2)	
Coût	FCFA/mlin	%	FCFA/mlin	%	FCFA/mlin	%
Personnel						
ouvriers	10.440(4)	21	3.440(4)	8	17.470	18
maîtrise	3.060(4)	6	3.060(4)	7	11.730	12
total personnel	13.500	27	6.500	15	29.200	30
Matériaux	15.950	31	15.950	36	27.300	27
Fonctionnement	7.800	15	7.800	18	16.370	16
Equipement	13.750	27	13.750	31	21.200	21
Frais généraux	- (5)	-	- (5)	-	5.930	6
Coût total	51.000	100	44.000	100	100.000	100

(1) Réalisation par L'OFEDES

(2) Réalisation par Le SERARHY

(3) Bases de calcul : travail estimé d'une brigade de construction de puits OFEDES (composée d'une équipe de mise en eau, d'une équipe de buses, de neuf équipes de fonçage), appelée à exécuter 25 puits par an pour un total de 900 m lin, soit en moyenne 36 m de profondeur par puits. Prix T.T.C.

(4) Estimation

(5) Les frais généraux sont compris dans les positions particulières; des frais d'animation ne sont pas compris

(6) Bases de calcul : 14 puits de 50 m de profondeur exécutés au Batha en 1975.