

ÉVALUATION DES ASPECTS INSTITUTIONNELS, TECHNIQUES, D'EXPLOITATION ET DE GESTION DES SYSTÈMES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DES PETITS CENTRES URBAINS D'AFRIQUE FRANCOPHONE

THÈSE N° 1489 (1996)

PRÉSENTÉE AU DÉPARTEMENT DE GÉNIE RURAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES TECHNIQUES

PAR

Amadou Hama MAIGA

Ingénieur des sciences appliquées, Ecole Nationale d'Ingénieurs, Bamako, Mali
de nationalité malienne

acceptée sur proposition du jury:

Prof. L.Y. Maystre, directeur de thèse
Prof. A. Mermoud, corapporteur
M. A. Morel A L'Huissier, corapporteur
M. R. Schertenleib, corapporteur
M. J. Varret, corapporteur

Lausanne, EPFL
1996

824AAF-16755

ÉVALUATION DES ASPECTS INSTITUTIONNELS, TECHNIQUES, D'EXPLOITATION ET DE GESTION DES SYSTÈMES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DES PETITS CENTRES URBAINS D'AFRIQUE FRANCOPHONE

THÈSE N° 1489 (1996)

PRÉSENTÉE AU DÉPARTEMENT DE GÉNIE RURAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES TECHNIQUES

PAR

Amadou Hama MAIGA

Ingénieur des sciences appliquées, Ecole Nationale d'Ingénieurs, Bamako, Mali
de nationalité malienne

acceptée sur proposition du jury:

Prof. L.Y. Maystre, directeur de thèse
Prof. A. Mermoud, corapporteur
M. A. Morel A L'Huissier, corapporteur
M. R. Schertenleib, corapporteur
M. J. Varret, corapporteur

Lausanne, EPFL
1996

LIBRARY IRC
PO Box 93190, 2509 AD THE HAGUE
Tel.: +31 70 30 689 80
Fax: +31 70 35 899 64
BARCODE:
LO: 16775

A mes parents

A mon épouse

A mes enfants

A mes amis

Avis au lecteur

Ce volume est constitué de deux parties distinctes :

- la première partie se rapporte à la thèse proprement dite,
- la deuxième partie présente la monographie de dix systèmes d'AEP étudiés.

Chacune de ces deux parties est présentée comme un document en soit avec une numérotation propre pour ses pages, chapitres, sections, paragraphes, tableaux et figures, bibliographie.

PREMIERE PARTIE

**EVALUATION MULTICRITERE DES SYSTEMES D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE DES PETITS CENTRES URBAINS AFRICAINS**

Table des matières

Liste des tableaux et figures	vii
Remerciements	xi
Résumé	xiii
Abstract	xv

CHAPITRE 1 INTRODUCTION : LES CONTRAINTES DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE EN AFRIQUE FRANCOPHONE

1.1	Le concept du système d'alimentation en eau potable (AEP)	1
1.2.	Le contexte institutionnel de l'AEP dans les pays francophones d'Afrique	3
1.2.1.	la situation actuelle.....	3
1.2.2.	les perspectives d'avenir.....	5
1.3	Le financement des systèmes d'AEP dans les pays africains	5
1.3.1	la situation actuelle.....	5
1.3.2.	les perspectives d'avenir.....	6
1.4	Le cas particulier des petits centres urbains africains	7
1.4.1.	définitions d'un petit centre urbain (PCU).....	7
1.4.2.	le dilemme posé par l'AEP des petits centres urbains	7
1.4.3.	la situation des systèmes d'AEP et les facteurs en jeu.....	8
1.5.	Place de la thèse dans la réflexion sur le processus de développement socio-économique des pays	10
1.6	Enoncé de la Thèse	12
1.7.	Objectifs et limites de la thèse	13
1.8	Méthodologie	14

CHAPITRE 2 ANALYSE D'UNE SERIE DE DOCUMENTS GUIDES ET COLLECTE DES DONNEES

2.1.	Les rapports sur la Décennie internationale pour l'alimentation en eau potable et l'assainissement (DIEPA)	17
2.1.1.	les actes de Mar Del Plata de 1977.....	17
2.1.2.	les rapports de l'OMS sur les progrès de la DIEPA.....	18
2.1.3.	les journées techniques du Comité Inter africain d'Etudes Hydrauliques (CIEH) Ougadougou, février 1990	20
2.1.4	commentaires sur les stratégies de l'OMS pour la DIEPA.....	24
2.2.	Rapports et actes de divers congrès	26
2.2.1.	le 18 ème congrès de l'Association Internationale des Distributeurs d'eau (AIDE) Copenhague, mai 1991.....	26
2.2.2.	les 6 ème et 7 ème congrès de l'Union africaine des distributeurs d'eau (Cotonou 1992, Dakar 1994).....	27
2.2.3.	résultats et commentaires de la table ronde sur l'AEP des centres secondaires (grands centres ruraux) tenue à Ougadougou en novembre 1993.....	28

2.3. Etude monographique du système d'AEP de 10 PCU africains	30
2.3.1. choix des pays et du nombre de PCU.....	30
2.3.2. choix des petits centres urbains (PCU)	31
2.3.3. la méthode suivie dans la collecte des données	32
2.4. Les enquêtes complémentaires	33
2.4.1. enquêtes complémentaires dans les pays d'Afrique francophone.....	33
2.4.2. enquête dans un pays d'Afrique anglophone : le Ghana.....	33

CHAPITRE 3 LES METHODES D'EVALUATION

3.1. Niveaux d'analyse et recommandations diverses pour une évaluation	35
3.1.1. définitions et terminologie.....	35
3.1.2. situation nécessitant une évaluation.....	37
3.1.3. les niveaux d'analyse dans une évaluation.....	37
3.1.4. analyse critique de quelques recommandations pour une évaluation (ex-post).....	39
3.2. Eléments taxonomiques des méthodes d'aide multicritères à la décision (AMCD)	42
3.2.1. les acteurs de l'aide à la décision.....	42
3.2.2. les actions.....	42
3.2.3. les critères d'évaluation	43
3.3. Les méthodes multicritère élémentaires	43
3.3.1. la somme pondérée	43
3.3.2. la méthode lexicographique	44
3.3.3. la somme des rangs	44
3.3.4. la règle de la majorité.....	45
3.3.5. conclusions sur les méthodes multicritère élémentaires.....	45
3.4. Les méthodes multicritère classiques	45
3.4.1. La théorie de l'utilité multiattribut.....	45
3.4.2. les méthodes interactives.....	46
3.4.3. les méthodes de surclassement.....	46
3.5. Les méthodes ELECTRE	47
3.5.1. ELECTRE I.....	48
3.5.2. ELECTRE II.....	50
3.5.3. ELECTRE III.....	52
3.5.4. ELECTRE IV.....	53
3.5.5. ELECTRE IS.....	54
3.5.6. ELECTRE TRI.....	54

CHAPITRE 4 ANALYSE CRITIQUE DES DONNEES DE BASE DES PROJETS D'AEP

4.1. Données démographiques	55
4.1.1. les recensements de populations.....	55
4.1.2. les enquêtes statistiques.....	55
4.1.3. les projections démographiques.....	56
4.1.4. la crédibilité des projections démographiques.....	56
4.2. Les besoins en eau	60
4.2.1. les types de consommation d'eau.....	60
4.2.2. les modes de ravitaillement en eau.....	60
4.2.3. les besoins et consommations spécifiques.....	61

4.2.4.	la consommation domestique dans quelques ménages ayant un BP à Bambey (Sénégal) et à Odjenné (Côte d'Ivoire).....	64
4.2.5.	la consommation dans quelques foyers se ravitaillant aux BF à Bambey.....	67
4.2.6.	la consommation d'eau dans les services publics.....	68
4.3.	Variations de la demande en eau	70
4.3.2.	coefficient de pointe journalière dans les PCU africains.....	70
4.3.3.	coefficient de pointe horaire dans les PCU africains.....	72
4.4.	Utilisation du service de l'AEP par les populations	74
4.4.1.	les populations face au système d'AEP.....	74
4.4.2.	le cas de la ville de Fada N'Gourma (Burkina Faso).....	74
4.4.3.	le cas de Bambey.....	75
4.4.4.	le cas de Odjenné (Côte d'Ivoire).....	76
4.4.5.	conclusions sur l'utilisation du service de l'AEP par la population.....	77

CHAPITRE 5 ANALYSE DES SYSTEMES D'AEP

5.1.	Identification des indicateurs d'analyse	79
5.1.1.	le type d'analyse.....	79
5.1.2.	le choix des indicateurs d'analyse.....	79
5.2.	Niveau de desserte du périmètre urbain par le réseau de conduites : indicateur I₁	81
5.2.1	définition.....	81
5.2.2.	le niveau de desserte du périmètre urbain dans les PCU africains.....	81
5.3.	Modes de ravitaillement en eau : indicateur I₂	82
5.3.1.	définition.....	82
5.3.2.	mode de ravitaillement en eau dans les PCU étudiés.....	83
5.4.	Le rendement technique du réseau d'AEP : indicateur I₃	83
5.4.1.	définitions.....	83
5.4.2.	la signification des pertes d'eau.....	84
5.4.3.	pertes d'eau dans les réseaux des PCU africains.....	85
5.5.	Etat de fonctionnement des installations techniques : indicateur I₄	87
5.6.	Le niveau d'entretien des installations : indicateur I₅	87
5.7.	Le prix relatif de l'abonnement privé : indicateur I₆	88
5.7.1.	définition.....	88
5.7.2.	les références.....	89
5.7.3.	les hypothèses.....	89
5.7.4.	le prix relatif de l'abonnement (branchement privé) pour le ménage dans les pays enquêtés.....	90
5.7.5.	commentaires.....	92
5.7.6.	conclusions.....	93
5.8.	Le coût minimum relatif de l'eau : indicateur I₇	93
5.8.1.	définitions.....	93
5.8.2.	les hypothèses.....	94
5.8.3.	le coût relatif de l'eau pour le ménage I _e (ou I _e [*]) dans les pays enquêtés.....	94
5.8.5.	le problème de l'eau à la borne fontaine.....	98
5.8.6.	conclusions.....	100

5.9. Indice du recouvrement des coûts à la facturation : indicateur I₉	101
5.9.1. définition.....	101
5.9.2. les données et les hypothèses.....	101
5.9.3. l'indice du recouvrement des charges d'exploitation à la facturation pour les systèmes d'AEP des PCU africains.....	102
5.10. Taux de recouvrement des montants facturés : indicateur I₉	105
5.10.1. définition	105
5.10.2. le taux de recouvrement des montants facturés dans les PCU enquêtés.....	106
5.10.3. la problématique du paiement de l'eau consommée dans les services de l'Etat.....	107
5.11. La qualité du service de distribution : indicateur I₁₀	108
5.11.1. situation et définition	108
5.11.2. la qualité du service de l'eau dans les dix PCU	108

CHAPITRE 6 APPLICATION DE LA METHODE MULTICRITERE D'AIDE A LA DECISION A L'EVALUATION DES SYSTEMES D'AEP

6.1. La méthode choisie	111
6.1.1. les objectifs de la comparaison.....	111
6.1.2. ELECTRE TRI	111
6.2. Définition des critères d'évaluation	112
6.2.1. critère C1 : l'accessibilité technique des ménages au service de l'eau	113
6.2.2. critère C2 : le rendement technique du réseau de conduites.....	114
6.2.3. critère C3 : le niveau d'entretien des installations.....	114
6.2.4. critère C4 : le prix relatif de l'abonnement pour le ménage.....	115
6.2.5. critère C5 : le coût relatif de l'eau pour le ménage.....	116
6.2.6. critère C6 : le recouvrement des coûts engagés.....	117
6.2.7. critère C7 : la qualité du service rendu.....	117
6.3. Comparaison des 10 systèmes d'AEP	118
6.3.1. tableau des évaluations des dix systèmes d'AEP	118
6.3.2. présentation des systèmes d'AEP de référence b1 , b2 et b3.....	119
6.3.3. recherche du résultat de base et analyse de robustesse.....	120
6.3.4. présentation et commentaire des résultats.....	122

CHAPITRE 7 CAS TYPE D'UN PROJET D'AEP POUR UN PETIT CENTRE URBAIN

7.1. Objectifs de l'étude	127
7.2. Description du petit centre urbain	128
7.2.1. les données démographiques et d'urbanisme	128
7.2.2. les ressources en eau	128
7.2.3. les données socio-économiques	128
7.3. Le projet d'AEP	129
7.3.1. données de base pour les calculs	129
7.3.2. variante 1	129
7.3.3. variante 2	130
7.3.4. variante 3	130
7.3.5. variante 4	132
7.3.6. variante 5	132

7.3.7.	variante 6.....	132
7.3.8.	résumé des six variantes du projet.....	137
7.4.	Construction des critères de comparaison	140
7.4.1.	définition des critères.....	140
7.4.2.	critère J1 : l'accessibilité des ménages au service de l'eau	141
7.4.3.	critère J2 : le niveau du service offert	141
7.4.4.	critère J3 : le coût des investissements initiaux.....	141
7.4.5.	critère J4 : le coût de l'accès au service de l'eau	141
7.4.6.	critère J5 : le prix de l'eau au consommateur.....	141
7.4.7.	critère J6 : les risques de non recouvrement des coûts.....	142
7.4.8.	critère J7 : l'intégration du système aux habitudes locales	142
7.5.	Evaluation des six variantes	142
7.5.1.	matrice des évaluations, poids et amplitudes des poids des critères	142
7.5.2.	choix de la méthode	143
7.5.3.	choix des seuils pour l'application de ELECTRE II	144
7.5.4.	présentation et commentaire des résultats.....	145
CHAPITRE 8	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	151
BIBLIOGRAPHIE		157
GLOSSAIRE		161
ABREVIATIONS		163
CURRICULUM VITAE		165

Liste des figures et tableaux

Figure 1.1	Le système d'AEP d'une ville africaine dans son environnement.....	2
Figure 1.2	Schéma technique d'un système classique d'AEP.....	3
Figure 1.3	Implication des acteurs dans le processus de mise en place d'un système d'AEP en Afrique francophone.....	4
Figure 1.4	Schéma représentant la situation des systèmes d'AEP des PCU africains	9
Tableau 2.1	Taux de couverture des populations en système d'AEP : Situation en début et objectifs initiaux de la DIEPA *	18
Tableau 2.2	Taux de couverture des populations en système d'AEP : Situation en 1985 et nouveaux objectifs de la DIEPA*	18
Tableau 2.3	Comparaison du niveau de couverture des populations en système d'AEP en 1988 et des objectifs révisés de la DIEPA*	19
Tableau 2.4	Bilan de la DIEPA, taux de couverture des populations en système d'AEP en région OMS Afrique (AFRO).....	19
Figure 2.5	Courbe d'évolution du taux de couverture des populations en eau potable pour la région OMS AFRO.....	20
Tableau 2.6	Desserte réelle des populations dans les centres urbains équipés de système d'AEP dans quelques pays du CIEH en fin 1989.....	21
Tableau 2.7	Le nombre de centres urbains équipés en systèmes d'AEP dans quelques pays membres du CIEH en fin 1989	22
Figure 2.8	Centres urbains équipés en système d'AEP au Mali à la fin de la DIEPA	23
Tableau 2.9	Stratification des pays de la zone de l'étude.....	31
Tableau 2.10	Pays retenus et nombre de PCU retenu par pays.....	31
Tableau 2.11	Déroulement des visites sur le terrain.....	32
Figure 3.1	Chronologie des types d'évaluation	36
Figure 3.2	Relations hiérarchiques entre les différents niveaux d'analyse d'un projet ou d'un système	39
Tableau 3.3	Exemple de critères d'évaluation proposé par Pozzy et Wolf.....	41
Tableau 3.4	Problématique de référence.....	47
Figure 3.5	Exemple d'un graphe de surclassement ELECTRE I	48
Tableau 3.6	Matrice des évaluations.....	49
Tableau 3.7	Matrice des concordances.....	49
Figure 3.8	Exemple d'un graphe de surclassement ELECTRE II	50
Tableau 4.1	Nombre de recensements généraux de population de 1960 à 1992 dans quelques pays d'Afrique de l'ouest	55
Tableau 4.2	Grille d'attribution d'une crédibilité aux projections démographiques.....	57
Tableau 4.3	Niveau de crédibilité des projections démographiques faites dans le projet d'AEP des 10 PCU figurant dans la monographie.....	57
Figure 4.4	Comparaison des évolutions de la population de Bougouni selon le projet et selon les résultats des recensements de 1976 et de 1987	58
Figure 4.5	Les modes de ravitaillement en eau dans les villes d'Afrique.....	61
Tableau 4.6	Besoins spécifiques globaux estimés dans les projets et consommations spécifiques globales observées dans les 10 PCU (valeurs de 1990).....	63
Tableau 4.7	Temps de pompage journalier moyen pour les 10 PCU lors des enquêtes sur le site	63
Figure 4.8	Corrélation entre le temps de pompage journalier et le rapport Bs/Cs.....	64
Figure 4.9	Procédure par sondages pour l'étude des consommations domestiques par BP	65
Tableau 4.10	Consommation d'eau domestique dans quelques ménages ayant un BP à Bambey (enquête réalisée en 1991 sur des valeurs de 1990).....	66

Tableau 4.11	Consommation domestique dans quelques ménages ayant un BP à Odjenné (enquête réalisée en 1992 sur des valeurs de 1991).....	66
Tableau 4.12	Estimation de la consommation en eau du réseau dans quelques ménages s'approvisionnant aux BF à Bambey (enquête réalisée en janvier 1991).....	67
Tableau 4.13	Consommation d'eau dans les services publics dans les dix PCU en % de la consommation totale (année 1990).....	68
Tableau 4.14	Coefficients de pointe journalière observés dans.....	71
Figure 4.15	Comparaison entre coefficients de pointe journalière C _{pj} prévus dans le projet et observés sur les systèmes en fonctionnement, pour l'année 1990.....	71
Figure 4.16	Variation horaire de la consommation d'eau dans le système d'AEP de la ville de Pô au Burkina Faso : journée du 01 au 02 décembre 1992.....	72
Tableau 4.17	Coefficient de pointe horaire dans quelques villes du Burkina Faso (extrait du mémoire de fin d'études à l'EIER 1987 de MM. Tsogbé et Tchipoka).....	73
Tableau 4.18	Coefficients de pointe pris dans le projet des dix PCU étudiés.....	73
Tableau 4.19	Taux de ménages utilisant l'eau du système d'AEP et celles des ressources alternatives à Fada N'Gourma au Burkina Faso (enquête réalisée en avril 1994).....	75
Figure 4.20	Sources de ravitaillement en eau des ménages dans 3 PCU africains.....	76
Tableau 5.1	Tableau des indicateurs d'analyse.....	80
Tableau 5.2	Niveau de desserte du périmètre urbain par le réseau de distribution I1 dans.....	81
Tableau 5.3	Appréciation des alternatives offertes aux populations pour se ravitailler en eau.....	82
Tableau 5.4	Mode de ravitaillement en eau dans les centres urbains (indicateur I2) dans les six pays enquêtés.....	83
Tableau 5.5.	Pertes d'eau dans les dix systèmes d'AEP figurant dans la monographie et dans d'autres PCU africains (année 1990).....	85
Tableau 5.6	Pertes d'eau dans le système d'AEP de quelques villes et pays du monde (tirées du rapport international n°1 du 18 ème congrès de l'AIDE 1991).....	86
Figure 5.7	Comparaison entre pertes d'eau dans les systèmes d'AEP des PCU étudiés et dans d'autres villes et pays du monde.....	86
Tableau 5.8	Etat de fonctionnement des installations d'AEP des dix PCU figurant dans la monographie, lors de la visite.....	87
Tableau 5.9	Grille d'évaluation du niveau d'entretien des installations I5.....	88
Tableau 5.10	Le niveau d'entretien des installations d'AEP (indicateur I 5) des dix PCU figurant dans la monographie.....	88
Tableau 5.11	*Répartition des dépenses par secteur (1992) dans les pays du Conseil de l'entente (valeurs en % des revenus du ménage).....	89
Tableau 5.12	Tableau d'évaluation de l'indice I _a (indicateur I6).....	90
Tableau 5.13	Prix du branchement P _a pour un abonnement privé en Fcfa dans les pays enquêtés (valables en décembre 1992).....	90
Tableau 5.14	le prix relatif de l'abonnement (acquisition du branchement privé) pour un ménage dans les six pays enquêtés et au Togo (indicateur I6) en années SMIG.....	91
Figure 5.15	Le prix relatif de l'abonnement I _a (indicateur I6) dans les six pays enquêtés et au Togo, en comparaison avec les seuils définis au tableau 5.12.....	92
Tableau 5.16	Le prix relatif de l'abonnement I _a ' par rapport au revenu annuel intérieur brut du pays ramené au ménage comparé à I _a dans les six pays enquêtés et au Togo.....	93
Tableau 5.17	Tableau d'évaluation de l'indice I _e (respectivement I _e *)......	94

Tableau 5.18	Structures tarifaires en vigueur en décembre 1992 dans les pays enquêtés : tarifs appliqués en fonction des tranches de volume en Fcfa/m ³	95
Tableau 5.19	Le coût minimum relatif de l'eau pour le ménage (indicateur I7), calculé par rapport au SMIG dans les six pays enquêtés (valables en 1992).....	96
Figure 5.20	Le coût minimum relatif de l'eau Ie pour les abonnés privés dans les six pays enquêtés en comparaison avec les seuils définis.....	97
Figure 5.21	Le coût minimum relatif de l'eau Ie* pour les usagers de BF dans 5 pays enquêtés (sans la Côte d'Ivoire) en comparaison avec les seuils définis.....	97
Tableau 5.22	Taux d'abonnements (de branchements) en situation de suspension ou de résiliation en % du nombre total dans les dix PCU figurant dans la monographie (situation en décembre 1991).....	98
Tableau 5.23	Situation des polices d'abonnement dans la région SODECI Daloa en décembre 1992.....	98
Figure 5.24	Comparaison entre prix payé par l'abonné privé et prix payé par l'usager de BF dans les pays enquêtés, pour un m ³ d'eau.....	99
Tableau 5.25	Gains mensuels moyens d'un gérant de BF dans quelques PCU (année 1992) en comparaison avec le SMIG dans le pays.....	100
Tableau 5.27	Indice du recouvrement à la facturation Fr (indicateur I8) des charges d'exploitation pour les 10 PCU figurant dans la monographie et dans d'autres PCU africains.....	103
Tableau 5.28	Indice du recouvrement des frais courants (personnel, énergie, réactifs de traitement et dépenses locales en maintenance) à la facturation Fr' à la DR- SODECI de Daloa en Côte d'Ivoire (décembre 1992).....	103
Figure 5.29	Indice du recouvrement à la facturation Fr des charges d'exploitation prévisionnelles en comparaison avec les seuils proposés, dans quelques PCU africains.....	104
Figure 5.30	Indice du recouvrement à la facturation des charges d'exploitation fr, calculé sur la base des coûts prévus en francs constants.....	104
Tableau 5.31	Le niveau de recouvrement des coûts globaux à la tarification au niveau national dans les pays membres de l'UADE (d'après le rapport général "gestion des services d'eau", 6 ^{ème} congrès de l'UADE 1992, valeurs de 1989).....	105
Tableau 5.32	Le recouvrement des montants facturés pour l'année 1991 (indicateur I9) pour les dix PCU de la monographie et pour d'autres PCU africains.....	106
Tableau 5.33	Arriérés de paiement de la consommation d'eau dans les services de l'Etat en fin 1992.....	107
Tableau 5.34	Tableau d'évaluation de l'indicateur I10 (la qualité du service de l'eau).....	108
Tableau 5.35	Appréciation de la qualité du service de distribution de l'eau dans les dix PCU figurant dans la monographie et dans d'autres PCU, le jour de l'enquête.....	109
Figure 6.1	Génération des critères par agrégation et filtrage.....	112
Tableau 6.2	Symboles représentant les dix systèmes d'AEP.....	113
Tableau 6.3.	Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C1.....	113
Tableau 6.4	Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C2.....	114
Tableau 6.5	Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C3.....	115
Tableau 6.6	Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C4.....	115
Tableau 6.7	Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C5.....	116
Tableau 6.8	Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C6.....	117
Tableau 6.9	Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C7.....	118
Tableau 6.10	Matrice récapitulative des évaluations.....	118
Tableau 6.11	Evaluation des systèmes de référence, nature* et seuils des critères.....	120

Tableau 6.12	Poids des critères dans l'analyse de robustesse	121
Tableau 6.13	Proportions de poids des groupes de critères selon l'analyse.....	121
Figure 6.14	Délimitation des catégories avec trois systèmes d'AEP de référence	122
Tableau 6.15	Tableau des résultats de l'analyse de base (analyse 1) dans l'évaluation des dix systèmes d'AEP par ELECTRE TRI.....	124
Figure 6.16	Présentation graphique des résultats d'affectation des dix systèmes d'AEP dans les catégories (ELECTRE TRI).....	125
Figure 7.1	Schéma de position des PDC dans un lotissement carré.....	133
Figure 7.2	Schéma de construction d'un poste de distribution collective (PDC)	134
Figure 7.3	Schéma du réseau de distribution pour les variantes 2 et 3	135
Figure 7.4	Schéma du réseau de distribution pour les variantes 4, 5 et 6.....	136
Tableau 7.5	Check list des règles de conception des six variantes.....	137
Tableau 7.6	Récapitulatif des données techniques des six variantes.....	138
Tableau 7.7	Récapitulatif des données économiques des six variantes.....	139
Tableau 7.8	Nature des critères J et correspondance avec les critères C	140
Tableau 7.9	Matrice des évaluations des six variantes	143
Tableau 7.10	Poids des critères pour les tests de robustesse	144
Tableau 7.11	Proportions de poids des groupes de critères selon l'analyse.....	144
Tableau 7.12	Seuils de discordance par critère.....	144
Tableau 7.13	Résultats de l'analyse de base (analyse 1) de la comparaison des six variantes du projet d'AEP du PCU type par ELECTRE II.....	146
Tableau 7.14	Résultats de l'analyse 2 (premier test de robustesse du résultat de base) pour la comparaison des six variantes du projet d'AEP du PCU type par ELECTRE II.....	147
Tableau 7.15	Résultats de l'analyse 3 (deuxième test de robustesse du résultat de base) pour la comparaison des six variantes du projet d'AEP du PCU type par ELECTRE II.....	148
Tableau 7.16	Résultats de l'analyse 4 (troisième test de robustesse du résultat de base) pour la comparaison des six variantes du projet d'AEP du PCU type par ELECTRE II.....	149
Figure 8.1	Modèle itératif et participatif pour la conduite d'un projet d'AEP dans un PCU africain	154

Remerciements

Cette thèse a été entièrement financée par la Direction de la Coopération Suisse au Développement et de l'Aide humanitaire (DDA) à laquelle je présente ici tous mes remerciements et ma profonde gratitude.

A Monsieur le Professeur Lucien Yves MAYSTRE, Directeur de l'Institut de Génie de l'Environnement (IGE) de l'EPFL, je présente mes sincères remerciements pour avoir cru en mes capacités intellectuelles dès mon premier contact avec l'EPFL en 1981 dans le cadre d'une formation de spécialisation en Génie Sanitaire. Depuis, le Professeur MAYSTRE n'a cessé de m'apporter sa caution et son soutien chaque fois que j'en ai besoin. Ce qui m'a permis :

- de participer à l'EPFL en 1982 au cours Postgrade sur les Pays en Développement
- d'effectuer un stage de 4 mois au Service des Eaux de la ville de Lausanne en 1982
- de réaliser sur 10 mois une recherche sur un pilote de filtration lente sur sable en 1983 à Lausanne
- de participer au cours Postgrade en Protection de l'Environnement de l'EPFL, promotion de 1988-1989.

Je lui suis très reconnaissant d'avoir accepté de diriger cette thèse dont l'issu n'était pas du tout évident au début, et de s'être investi totalement à sa réussite tant dans le fond que dans la forme.

A Monsieur Laurent KRAYENBUHL, Adjoint Scientifique à l'IGE de l'EPFL, je voudrais exprimer toute ma reconnaissance pour le soutien sans faille qu'il m'a apporté dans le cadre de cette thèse, notamment en me donnant des idées qui m'ont été d'une grande utilité dans mes investigations, dans mes choix et dans la rédaction du mémoire de thèse.

En outre, durant ces 5 dernières années, monsieur KRAYENBUHL m'a dégagé d'une bonne partie de mes charges d'enseignement à l'EIER pour me permettre de consacrer d'avantage de temps à cette thèse. Je lui présente toutes mes amitiés car je n'ai jamais manqué des siennes.

Je remercie également

- le Docteur Jacques PICTET de l'IGE qui m'a aidé à mieux comprendre le principe et l'application des méthodes de surclassement, notamment les méthodes ELECTRE
- Madame CHARLET, secrétaire de l'IGE pour sa disponibilité et son soutien moral qu'elle ne se lasse pas de m'apporter durant chacun de mes séjours en Suisse
- tout le personnel de l'IGE et avec lui le département de Génie Rural de l'EPFL.

Mes remerciements vont particulièrement à la Direction de l'EIER, mon employeur qui a consenti à me libérer plusieurs fois de mes tâches administratives et d'enseignement afin que je puisse réaliser cette thèse.

Je remercie également les collègues et le personnel du département de Génie sanitaire ainsi que ceux de l'EIER toute entière pour leur soutien.

Dans le cadre de cette thèse, j'ai bénéficié lors de mes enquêtes de terrain du soutien et de la collaboration des responsables et agents des Directions chargées de l'hydraulique et de ceux des Sociétés de distribution d'eau dans les pays suivants : Bénin, Burkina Faso, Ghana, Côte d'Ivoire, Mali, Niger, Sénégal et Togo. Que tous trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je remercie en fin ma famille, mes parents, mes amis et tous ceux qui m'ont apporté leur soutien

Résumé

Malgré d'importants efforts d'investissements consentis durant la Décennie Internationale pour l'Eau Potable et l'Assainissement (DIEPA), le niveau de desserte en eau potable des populations d'Afrique est toujours insuffisant. La tendance est même à la baisse de ce niveau de desserte et à celle de la qualité du service rendu par les systèmes d'alimentation en eau potable (AEP) depuis le début des années 1990, à cause d'un ralentissement des financements extérieurs commencé dès la fin des années DIEPA.

C'est pourtant (déjà) dans un soucis de réalisme économique qu'on distingue pour les projets d'AEP en Afrique le centre urbain du centre rural, en proposant pour le premier un système d'AEP urbain, c'est-à-dire un réseau de conduites de distribution avec la possibilité pour les ménages de se connecter (branchement privé) et pour le deuxième de l'hydraulique villageoise, c'est-à-dire des points d'eau autonomes (puits ou forages équipés de pompes manuelles).

Mais des petits centres urbains sont équipés de systèmes d'AEP urbains (généralement pour des considérations politiques) alors que leur taille et leurs activités économiques ne justifient pas le niveau de service correspondant. Le prix de revient de l'eau ainsi produite dépasse largement la capacité de payer des populations.

Nous avons réalisé dans le cadre de notre thèse la monographie détaillée du système d'AEP de 10 petits centres urbains (PCU) en Afrique de l'ouest francophone que nous avons complétée par l'étude plus sommaire d'autres systèmes d'AEP de PCU. L'analyse de ces systèmes d'AEP à partir d'indicateurs techniques, sociaux et financiers montre que d'une manière générale ils ne profitent pas à toute la population et que par ailleurs ils ne sont pas viables car ils ne correspondent pas aux réalités socio-économiques.

En général, le réseau de conduites (réalisé grâce à des financements extérieurs) n'est pas étendu aux nouveaux quartiers du PCU à cause d'un manque de ressources financières de l'Etat et de la Société chargée de l'exploitation-gestion, alors que l'accroissement démographique très élevé des PCU africains (2.5 à 4 %) s'accompagne d'une extension au même taux du périmètre urbain.

Le branchement privé (BP) au réseau de conduites s'avère inaccessible aux ménages à faibles revenus dans les pays qui ne pratiquent pas une politique d'attribution de branchement social, c'est-à-dire de branchement subventionné. Le BP coûte ainsi 4 mois de SMIG au Burkina faso et au Niger, et jusqu'à 10 mois de SMIG au Mali. Même subventionné, le prix à payer par un ménage pour un BP avoisine les 2 mois de SMIG au Benin.

En procédant dès la fin des années 1980 à la cession des bornes fontaines (BF) à des privés en contrat de gestion déléguée, on a résolu le problème de non paiement de l'eau consommée à ces BF, mais on a en même temps créé une injustice sociale en faisant payer plus cher l'eau par les ménages à faibles revenus, usagers des BF. En effet le prix d'achat de l'eau à la BF comprend aussi la rémunération du gérant (environ 100 Fcfa/m³).

Selon nos hypothèses, le prix à payer par un ménage possédant un BP pour un volume de 10 m³/mois considéré comme le minimum nécessaire, est compris

entre 4 % du SMIG au Sénégal et 7 % du SMIG au Mali, à comparer avec le plafond de 5 % des revenus du ménage proposé dans diverses publications de l'OMS. Mais pour un ménage se ravitaillant aux BF, le prix d'achat d'un volume de 6 m³/mois considéré comme le minimum nécessaire, est compris entre 5 % du SMIG au Sénégal et 14 % du SMIG au Mali.

C'est pourquoi entre 20 et 30 % des ménages dans les PCU africains complètent leurs besoins de consommations d'eau par l'usage des eaux de puits traditionnels ou de rivières qui ne leur coûtent pas d'effort financier direct. Certains se passent même totalement de l'eau du système d'AEP.

L'application d'un tarif social (inférieur au prix de revient de l'eau) à la facturation est l'une des principales causes du non recouvrement des coûts engagés dans les systèmes d'AEP des PCU africains ; car d'une part il n'y a quasiment pas d'industrie grande consommatrice d'eau dans les PCU africains, d'autre part les quantités d'eau consommées par les ménages dépassent rarement le volume auquel s'applique le tarif social.

Ainsi pour 7 des 10 PCU dont nous avons fait la monographie, le tarif moyen appliquée à la facturation est inférieur à 50 % des coûts engagés.

Par ailleurs, l'eau consommée dans les services publics représente environ un tiers des quantités consommées, mais elle n'est pas payée aux Sociétés d'exploitation-gestion.

En revanche, bien que le niveau d'entretien des installations soit moyen ou insuffisant selon la Société d'exploitation-gestion, leur fonctionnement technique paraît acceptable.

La situation commande que désormais l'on considère que le système d'AEP doit fonctionner dans un environnement caractérisé par un Etat trop pauvre pour pouvoir assurer une subvention du service de l'eau potable, et où les populations trop pauvres pour pouvoir payer le prix d'un service de haut niveau n'hésitent pas lorsqu'elles le peuvent à se rabattre sur les ressources d'eau insalubres.

L'application d'un modèle itératif impliquant la participation de tous les acteurs directement concernés, en particulier les représentants désignés des populations du PCU, contribuera à réaliser un projet d'AEP profitable à toutes les populations, et pour lequel les coûts seront couverts par la vente de l'eau.

Le modèle que nous proposons comporte des étapes pour l'identification des variantes possibles (en commençant par une simple amélioration du système d'alimentation existant), le choix des critères d'évaluation de ces variantes, leur analyse etc. L'application d'une méthode d'aide multicritère à la décision à l'analyse permettra de départager ces variantes.

Parmi les variantes possibles, nous proposons des postes de distribution collective (PDC) aménagés en lieu et place des BF, où on attribue à chaque ménage un robinet de prise qu'il fermera au cadenas. L'application de la méthode multicritère d'aide à la décision ELECTRE II sur un PCU type affirme ces PDC comme une alternative meilleure aux systèmes d'AEP urbains existants dans les PCU.

Abstract

Despite the considerable efforts of the International Drinking Water Supply and Sanitation Decade (IDWSSD), the level of drinking water supply for populations in Africa is still inadequate in Africa. There is even a downward trend of this level of supply and that of the quality of the service provided by the drinking water supply (DWS) systems since the early 1990's because of the slow down of external financial resources, starting from the IDWSSD late years.

Yet, it is already for the sake of economic realism that a distinction has been made between urban centre and rural centre for DWS projects in Africa, by proposing for the former an urban DWS system, i.e. a distribution network of mains with the possibility for households to connect themselves (house connection) and for the latter village hydraulic, i.e. autonomous water points (wells or drillings with hand pumps).

But some small urban centres are equipped with urban DWS systems (generally for political reasons) when their size and economic activities do not justify the corresponding service level. Thus, the cost price of the water produced is largely beyond the populations' capacity to pay.

We have carried out within the framework of our thesis a detailed investigation of the DWS systems in 10 small urban centres (SUC) in West Africa french speaking that we have complemented with a more concise study of the other DWS systems of SUC. The analysis of these DWS systems based on technical, social and financial indicators demonstrate that in the main, the entire population does not benefit from them and that besides, they are not viable because they do not correspond to socio-economic realities.

The house connection (HC) to the main network seems to be out of the reach of low income households in countries that do not practise a policy of social connection allocation, i.e. a subsidized connection. The HC costs 4 months of the GMW (Guaranteed Minimum Wage) in Burkina Faso and Niger and up to 10 months of the GMW in Mali. Even subsidized, the price to pay for a HC by a household nears two months of the GMW in Benin.

By proceeding at the end of the 1980's to the transfer of public standposts (PS) to private managers by means of a delegated management contract, the problem of non-payment of the water used by these PSs has been solved. But at the same time a social injustice has been created by making the low income households, PS users, pay more for water. Indeed, the PS water cost price also includes the manager's pay (about 100 cfa francs/m³).

According to our hypotheses, the price to be paid by a household having an HC for a consumption of 10 m³ /month, considered as the minimum required, varies between 4 % of the GMW in Senegal and 7 % of the GMW in Mali in comparison, a maximum of 5 % being proposed in various WHO publications. But for a household being supplied by PSs, the cost price for a volume of 6m³/month, considered as the minimum required, varies between 5 % of the GMW in Senegal and 14 % of the GMW in Mali.

This explains why between 20 and 30 % of households in African SUCs complement their water consumption needs by using water from traditional wells or rivers that does not cost them any direct financial effort. Some even do away altogether with the DWS system's water.

The application of a social price (less than the water cost price) in the billing is one of the major causes of the non-recovery of the costs involved in the DWS systems in African SUCs; for on the one hand, there is almost no big water consuming industry in African SUCs and on the other hand, the amounts of water used by households rarely exceed the volume to which the social price applies.

Thus, for 7 of the 10 SUCs whose monograph we have completed, the average price applied in the billing is less than 50 % of the involved costs.

Moreover, the water used in public services accounts for one third of the amounts used, but it is not paid for to the exploitation-management Companies.

The situation requires that, from now on, one consider that the DWS system must operate in an environment characterized by a State which is too poor to be able to ensure a subsidy for the service of drinking water, and where populations are too poor to be able to pay the price for a high level service and do not hesitate, when they can, to resort to unhealthy water resources.

The application of an iterative model involving the participation of actors directly concerned, especially the designated representatives of SUCs' populations, will help to achieve a DWS project that is beneficial for all the populations, and whose costs will be covered by the sale of the water.

The model we propose includes phases for the identification of possible alternatives (starting with a mere improvement of the existing supply system), the choice of the assessment criteria for these variables, their analysis etc. The application of a multicriteria decision aid methodology to the analysis will allow to decide between the alternatives.

Among the possible alternatives, we propose the development of collective distribution posts (CDP) in place of PSs where every household is allocated a tap that can be padlocked. The application of the multicriteria decision aid methodology ELECTRE II on a SUC type indicate that CDPs are a better alternative to the existing urban DWS systems in the SUCs.

CHAPITRE 1 INTRODUCTION : LES CONTRAINTES DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE EN AFRIQUE FRANCOPHONE

1.1 Le concept du système d'alimentation en eau potable (AEP)

Dans cette thèse, le système d'AEP est considéré comme une "organisation complexe" (fig. 1.1) vue dans sa globalité, considérant

- D'une part l'ensemble de ses composantes et leurs relations (internes), notamment :
 - les installations techniques d'adduction et de distribution d'eau
 - les conditions de financement des investissements et du fonctionnement
 - les conditions d'exploitation - gestion ;
- D'autre part les relations avec les contextes institutionnel, économique, social, humain et environnemental.

La finalité de cette organisation consiste en la mise à la disposition, à proximité des consommateurs, de l'eau :

- en quantité suffisante et de manière permanente,
- de qualité saine,
- à des conditions financières soutenables,

la finalité d'ordre supérieur étant l'amélioration des conditions de santé et de la qualité de vie des populations.

Les installations techniques d'AEP se composent habituellement des ouvrages suivants :

- les ouvrages de captage de la ressource en eau,
- la (ou les) station(s) de traitement et de pompage d'eau,
- le(s) château(x) d'eau, pour la régulation des débits,
- les conduites d'adduction et de distribution d'eau et les équipements divers.

Figure 1.1 Le système d'AEP d'une ville africaine dans son environnement

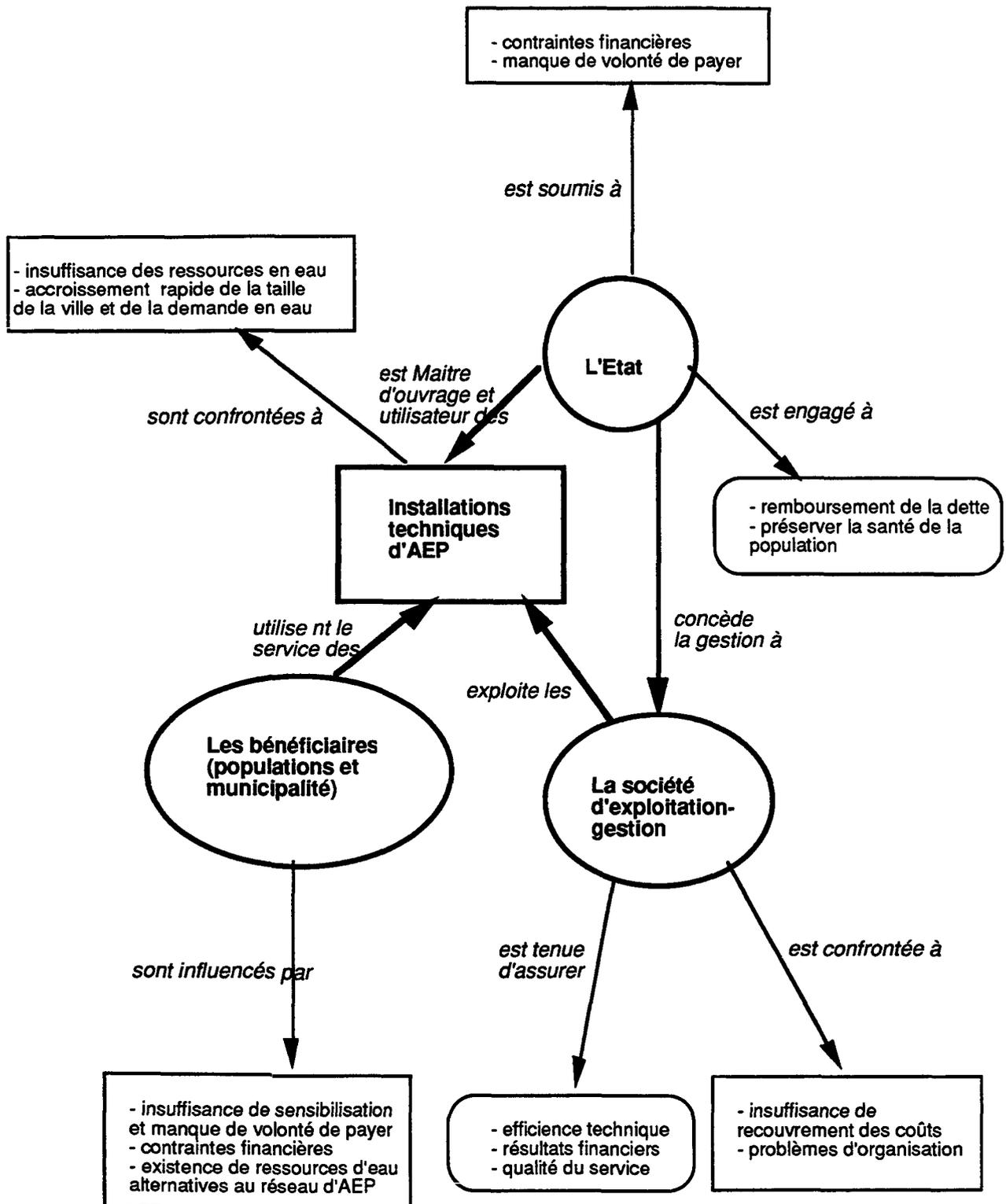
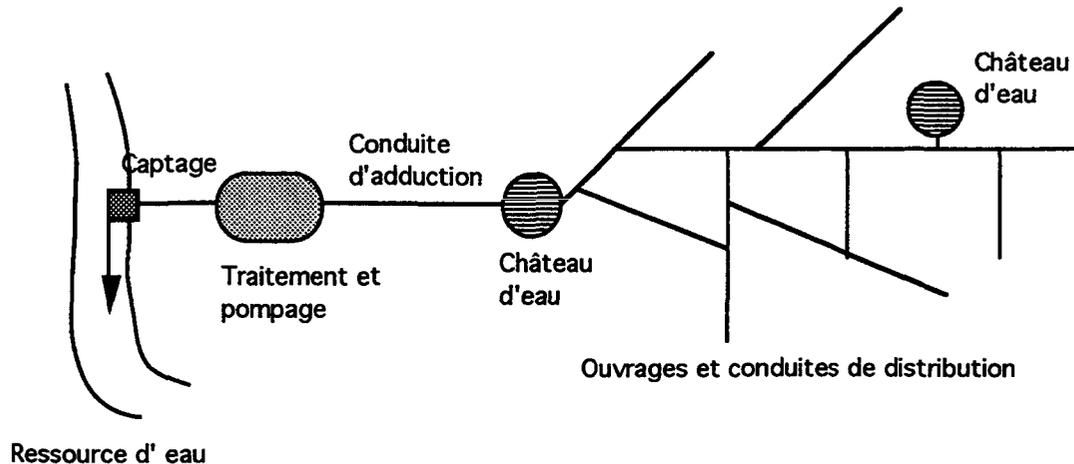


Figure 1. 2 Schéma technique d'un système classique d'AEP



1.2. Le contexte institutionnel de l'AEP dans les pays francophones d'Afrique

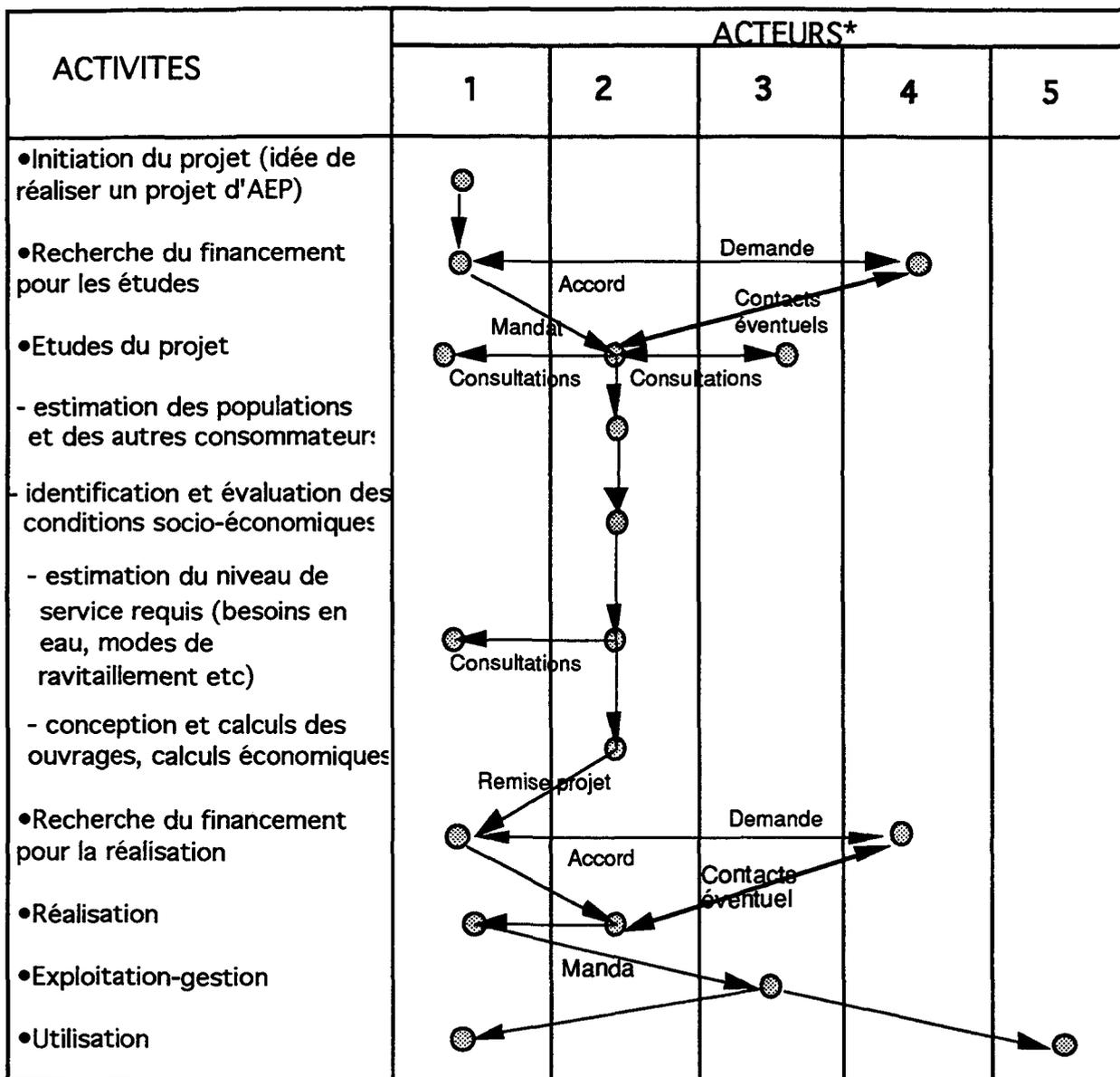
1.2.1. la situation actuelle

Dans les pays d'Afrique francophone, les systèmes d'AEP sont réalisés et gérés par l'Etat (ou son mandataire) qui en est propriétaire. On rencontre partout quasiment le même cadre institutionnel, avec comme principales institutions :

- Un Ministère chargé de l'hydraulique (ou de l'eau) définissant la politique nationale en matière d'exploitation et de gestion des ressources en eau. Une Direction de l'hydraulique est chargée au nom de ce ministère :
 - de la planification et de l'exécution des installations techniques d'AEP et dans certains pays de l'assainissement urbain,
 - du contrôle de l'exploitation-gestion des installations, confiée à une Société de distribution.
- Une Société (ou entreprise) de distribution d'eau, chargée par l'Etat de l'exploitation-gestion du système par un contrat en régie, en affermage ou en concession. Cette Société dispose d'un total monopole dans ce domaine, sur toute l'étendue du territoire national.

Dans ce contexte institutionnel, ni les populations, ni les Municipalités ne sont impliquées. La communauté, considérée comme bénéficiaire, n'occupe donc qu'une place d'usager et ne se sent que peu concernée par la viabilité du système d'AEP (fig.1.3).

Figure 1.3 Implication des acteurs dans le processus de mise en place d'un système d'AEP en Afrique francophone



- *
 Acteur 1 : Etat
 Acteur 2 : Bureau d'étude ou entreprise de travaux
 Acteur 3 : Société d'exploitation
 Acteur 4 : Bailleurs de fonds
 Acteur 5 : Communauté bénéficiaire

1.2.2. les perspectives d'avenir

Avec les bouleversements politiques que connaît le Monde depuis la fin des années 1980, les sociétés africaines se démocratisent peu à peu. L'identité des collectivités locales s'affirme de plus en plus. La gestion administrative et socio-économique est en voie de décentralisation dans plusieurs pays, avec le désengagement des Etats pour les activités liées à la vie des communes et des régions.

Dans un avenir proche, les populations et les Municipalités seront donc contraintes de s'impliquer d'avantage dans les domaines de l'AEP et de l'assainissement, ainsi que dans toutes les activités socio-économiques locales.

Ce phénomène a déjà commencé à se manifester dans certains centres ruraux en Côte d'Ivoire où les populations ont initié et participé financièrement à la réalisation de leur système d'AEP.

En outre, à la faveur de cette politique de désengagement des Etats, on assiste aujourd'hui en Afrique francophone, de plus en plus à la cession des systèmes d'AEP en "gestion déléguée" à des sociétés privées avec une forte participation de compagnies étrangères. C'est le cas des sociétés d'exploitation d'eau de la Côte d'Ivoire (SODECI), de Guinée (SEEG), du Rwanda (ELECROGAZ), de Centrafrique (SODECA) et tout récemment du Mali (EDM) pour lesquelles la SAUR (Société d'Aménagement Urbain et Rural), une multinationale française est le principal actionnaire. Il en sera de même pour le Sénégal (SONEES) dès 1995.

Cette nouvelle situation représente un **risque considérable de renchérissement du coût du service de l'eau**, pouvant conduire à l'**exclusion d'une proportion de plus en plus grande de population, du bénéfice de ce service**, avec son corollaire de risques de retour aux ressources traditionnelles insalubres.

Il s'avère donc indispensable de renoncer aux principes jusqu'ici adoptés pour la conception et la gestion des systèmes d'AEP en Afrique et de proposer des procédures adaptées aux nouvelles situations, afin de réaliser des projets viables au bénéfice de toutes les couches de la population.

1.3 Le financement des systèmes d'AEP dans les pays africains

1.3.1 la situation actuelle

Les investissements nécessaires pour alimenter une agglomération en eau potable sont très lourds. Leur rentabilité financière n'est pas évidente, surtout pour les petits centres urbains d'Afrique où :

- les consommations domestiques d'eau sont faibles (voir chap. 4 et monographie),
- le revenu moyen par habitant est trop faible pour que les populations puissent supporter l'application de la vérité des prix dans la vente de l'eau, alors que la péréquation dans la facturation de l'eau consommée entre capitales et grandes villes d'une part, et petits centres urbains d'autre part est de plus en plus remise en question,

- il y a un manque quasi total d'activités industrielles pouvant stimuler la consommation d'eau.

Point n'est besoin de rappeler que depuis leur accession à l'indépendance, l'essentiel du financement du développement des pays africains, en particulier dans le domaine de l'AEP a été assuré par des bailleurs de fonds étrangers.

Durant la Décennie Internationale pour l'Eau Potable et l'Assainissement (DIEPA 1981-1990), les investissements totaux réalisés dans les domaines de l'AEP et de l'assainissement dans les pays de l'OMS AFRO (région Afrique) se sont élevés à environ 13.2 milliards de \$ US dont 9.8 milliards par des financements extérieurs, soit 74.2 % et seulement 25.8 % par financement des Etats et des Sociétés de distribution d'eau.

Les principales sources de financement des systèmes d'AEP réalisés dans les pays de l'Union Africaine des Distributeurs d'Eau (UADE) ont été :

- les Coopérations bilatérales : France, Allemagne, Danemark, Canada, Pays Bas, Arabie Saoudite etc,
- la Coopération multilatérale et les banques : FED (Fonds européen de développement), Banque Mondiale, BAD (Banque africaine de développement), FAD (Fonds africain de développement), Fonds arabes divers etc.

Malheureusement, l'expérience a montré que les dépenses engagées pour l'investissement et le fonctionnement des systèmes d'AEP ne sont pas couvertes à cause de la faiblesse de la capacité de payer des populations et des Etats et, aussi à cause de l'inadéquation des projets aux réalités socio-économiques.

Les installations techniques d'AEP sont ainsi de moins en moins bien entretenues; leur efficience baisse de plus en plus, et les coûts de production et de distribution de l'eau deviennent de plus en plus élevés.

Ce qui a conduit dans la plupart des cas à **une baisse de la qualité du service de l'eau** aggravée par une demande en eau sans cesse croissante due à un accroissement démographique rapide.

A la longue, le niveau de détérioration de certains systèmes d'AEP a été tel qu'il a fallu réaliser des projets de réhabilitation pour les sauver.

C'est ainsi que durant la DIEPA, près de la moitié des financements pour l'AEP en milieu urbain africain ont compté pour des projets de réhabilitation, d'extension et de renforcement d'installations existantes.

1.3.2. les perspectives d'avenir

De nos jours, l'économie des pays d'Afrique au sud du Sahara est toujours très éprouvée par des années de sécheresse, la faiblesse des activités économiques et l'absence de politiques de développement adéquates. Plusieurs de ces pays sont répertoriés parmi les Pays les Moins Avancés (PMA). Ces pays sont en outre, confrontés à d'autres problèmes comme :

- l'instabilité politique,
- le manque de trésorerie pour le fonctionnement des services de l'Etat,

- le poids des dettes intérieure et extérieure.

Ce contexte économique est tel qu'il serait utopique de compter sur le budget des Etats (encore moins sur ceux des Municipalités, plus pauvres) dans cette région, pour le financement des projets d'AEP durant les prochaines années.

En outre, il est aussi de moins en moins certain qu'avec la récession économique et les problèmes de chômage que vit le Monde durant les années 1990, des financements extérieurs puissent être mobilisés pour l'AEP en Afrique, ne serait-ce qu'au niveau auquel ils l'ont été pendant la DIEPA.

1.4 Le cas particulier des petits centres urbains africains

1.4.1. définitions d'un petit centre urbain (PCU)

En Afrique, la définition d'un centre urbain varie selon le pays et le contexte. En général c'est le statut politique et administratif qui est retenu:

- tous les chefs-lieux de District au Benin
- tous les chefs-lieux de Province au Burkina Faso
- tous les chefs-lieux de Sous préfecture en Côte d'Ivoire
- tous les chefs-lieux de Cercle au Mali
- tous les chefs-lieux d'Arrondissement au Niger

Il est convenu dans cette thèse de classer comme centre urbain, toute localité dont la population dépasse 5 000 habitants. Le centre urbain est considéré comme petit lorsque sa population ne dépasse pas 50 000 habitants.

On appelle un système d'AEP urbain un système collectif classique d'installations de distribution d'eau tel que représenté à la figure 1.2.

1.4.2. le dilemme posé par l'AEP des petits centres urbains

- La taille des PCU et souvent leur statut politique, sont considérés comme trop importants pour qu'on se contente pour leur AEP de points d'eau autonomes tels que forages ou puits équipés de pompes manuelles. Ceci demanderait un trop grand nombre de points d'eau pour un faible niveau de service.
- La population et les structures économiques des PCU sont trop peu importantes pour assurer une économie d'échelle dans les coûts d'investissement et le prix de revient de l'eau produite et distribuée par un système d'AEP collectif. Les systèmes d'AEP des PCU existants ne sont ainsi maintenus en fonctionnement que grâce à une subvention des grands centres urbains par le jeu de la péréquation de la tarification de l'eau au niveau national.
- Les systèmes d'AEP existants dans les PCU sont l'objet de peu d'attention tant dans la maintenance des installations que dans la qualité du service assuré, de la part de la société d'exploitation, à cause de leur éloignement des centres de décisions et de leur faible rentabilité financière.

1.4.3. la situation des systèmes d'AEP et les facteurs en jeu

Les systèmes d'AEP des PCU africains sont conçus, réalisés et gérés selon une démarche linéaire qui considère le système comme un ensemble obéissant à des règles et phénomènes physiques, et qui par conséquent doit donner la même réponse aux phénomènes en présence (fig. 1.3).

Mais l'échec actuel de ces systèmes montre la nécessité de les considérer plutôt comme des systèmes dynamiques, c'est-à-dire devant fonctionner et se transformer dans le temps et dans un environnement qui lui-même est variable, et avec lequel ils ont des relations qui régissent leur vie.

L'AEP de la ville de Ségou au Mali ne peut être conçue et gérée de la même manière que celle de "sa ville jumelée" d'Angoulême en France.

La figure 1.4 montre l'interaction des différentes composantes d'un système d'AEP dans le contexte africain et les conséquences de la non prise en compte de leur caractère complexe. Les conséquences sont les suivantes :

- L'insuffisance du recouvrement des coûts conduisant à la longue à une cessation de paiement des dettes et à une impossibilité d'assurer le service de l'eau. Cette insuffisance de recouvrement a elle-même plusieurs causes comme :

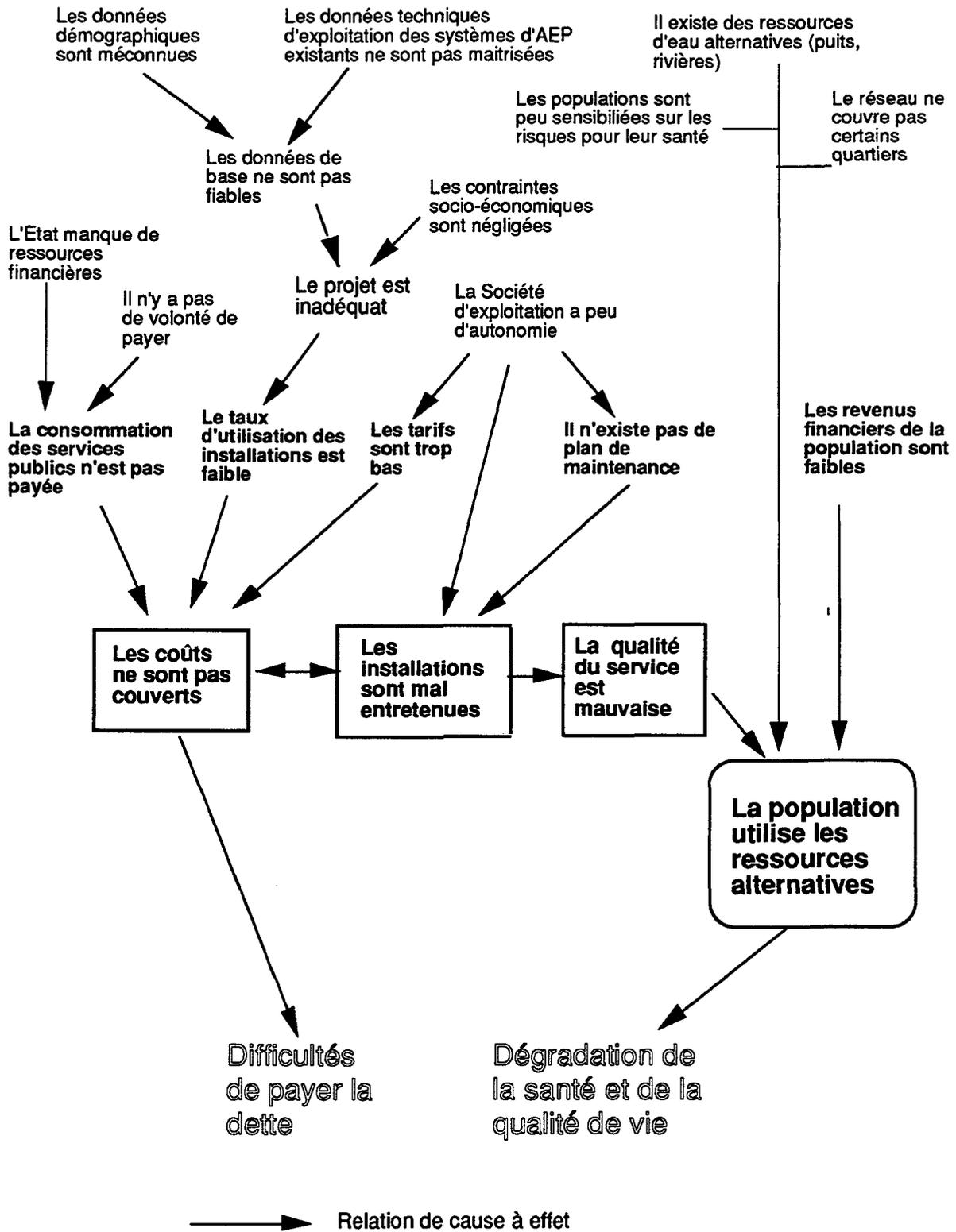
- la faible utilisation des installations d'AEP,
- le non paiement par l'Etat de sa consommation d'eau,
- des tarifs trop bas par rapport au prix de revient de l'eau.

- L'utilisation par une fraction très importante (et de plus en plus nombreuse) de la population, de ressources d'eau insalubres (puits, rivières), comme alternatives à l'eau du réseau d'AEP, conduisant à la longue à une dégradation des conditions sanitaires :

- à cause du prix de l'eau considéré comme trop élevé,
 - à cause de l'insuffisance de la couverture du périmètre urbain
- etc.

Chaque cause a ses conséquences et est elle-même conséquence d'autres causes.

Figure 1.4 Schéma représentant la situation des systèmes d'AEP des PCU africains



1.5. Place de la thèse dans la réflexion sur le processus de développement socio-économique des pays

Dans le processus de développement socio-économique d'un pays, IMBODEN [1978] définit quatre niveaux hiérarchiques :

- La planification au niveau national : Elle relève de la politique de développement où se définissent les orientations générales, ainsi que les buts et la spécification des objectifs globaux pouvant y conduire.
- La planification au niveau sectoriel : Elle consiste à rechercher la meilleure stratégie à adopter au niveau du secteur de développement pour aboutir aux buts énoncés dans le plan. On y définit les objectifs sectoriels et les programmes de développement qui peuvent y conduire.

Exemple du secteur de la santé dans les pays de l'Afrique francophone de l'ouest :

- les Soins de Santé Primaire (SSP) dans chaque localité,
- les programmes de lutte contre les grandes endémies (paludisme, tuberculose, choléra, fièvre jaune, bilharziose etc),
- la Décennie Internationale pour l'Eau Potable et l'Assainissement (DIEPA)

etc.

- Les programmes, dans lesquels sont fixés des objectifs plus spécifiques et où sont définis les activités et les services nécessaires à leur réalisation ainsi que leur chronologie de réalisation.

Exemple de programme : Dans le cadre de la DIEPA, le gouvernement du Mali s'est fixé l'objectif d'assurer l'eau potable à 48 % de la population urbaine et à 44 % de la population rurale avant 1990 (source rapport OMS sur la mi-décade DIEPA).

Pour atteindre cet objectif, les projets suivants ont été identifiés :

- la réhabilitation du système d'AEP de 6 grands centres urbains jusqu'en 1990 et l'équipement en nouveaux systèmes d'AEP d'une dizaine d'autres centres urbains,
- la réalisation de 1 500 points d'eau par an dans les centres ruraux

etc.

- Les projets : La planification d'un projet comprend :
 - l'identification des besoins de service, représentant les objectifs immédiats du projet ou selon IMBODEN [1978], "les cibles" (par exemple, assurer à la population un approvisionnement de 50 l d'eau/j.hab.),
 - l'identification et la spécification des actions et des produits nécessaires pour atteindre les cibles (par exemples : la réalisation de forages d'une capacité de production totale de 200 m³/jour, la pose d'un réseau de conduites de 6.8 km de long, l'installation de 20 BF, l'engagement d'un technicien électromécanicien et d'un plombier pour l'exploitation et l'entretien des installations),

- l'estimation et l'analyse des contraintes techniques, institutionnelles, humaines et financières,
- la détermination des ressources et autres actions nécessaires (input) ainsi que leurs conséquences
- l'estimation des produits attendus (outputs).

La présente thèse se concentre sur l'évaluation du dernier niveau du processus de développement, à savoir les projets et les systèmes d'AEP en exploitation, en les considérant dans leur environnement défini par les réalités des niveaux supérieurs du processus de développement des pays africains.

En effet, pour les pays africains, les gouvernements n'ayant pas la maîtrise des ressources financières (provenant essentiellement de l'étranger), l'affectation de ces dernières par secteur, par programme ou par projet ne se fait pas en application d'une pondération, comme il se devrait, selon leurs poids relatifs dans l'aboutissement des objectifs.

Les programmes et les projets sont ainsi rarement (sinon jamais) abordés en termes d'opportunité d'affectation de ressources au détriment (ou au profit) d'autres. Ces ressources sont allouées sur une requête du gouvernement et sur présentation d'un dossier de projet. Les accords de financement portent généralement sur des projets. Ils concernent rarement des programmes et presque jamais des planifications.

Nota : l'assainissement des PCU n'est pas pris en compte dans cette thèse

Depuis la DIEPA dont l'esprit consistait à associer eau potable et assainissement, la plupart des acteurs concernés par le secteur sont sensibilisés au fait que la résolution des problèmes d'assainissement est aussi importante que l'AEP pour l'amélioration de la santé des populations.

Certains bailleurs de fonds comme la Banque mondiale ont même dans certains cas, lié le financement de projets d'AEP dans des PVD à la prise en compte des problèmes d'assainissement.

Cependant, cette thèse ne porte que sur l'AEP pour les raisons suivantes :

- contrairement à l'assainissement, des projets d'AEP collective ont bien été réalisés dans des PCU et leur exploitation-gestion pose des problèmes,
- la réalisation d'un système d'AEP revêt un caractère plus urgent pour les populations, notamment celles du Sahel, de par le caractère vital même de l'eau, bien que les risques de dégradation des conditions de santé soient tout aussi considérables lorsque les conditions d'assainissement ne sont pas adéquates.

1.6 Enoncé de la Thèse

Les raisons déterminantes des difficultés que connaissent les systèmes d'alimentation en eau potable des petits centres urbains en Afrique sont de trois ordres :

- **Les défauts de dimensionnement des projets à partir de données de base insuffisantes (populations, besoins en eau, coefficients de pointe)**
- **L'inadéquation socio-économique et technique des systèmes qui n'ont pas pris en compte**
 - **la capacité et la volonté de payer des populations,**
 - **l'existence de sources d'eau alternatives d'accès gratuit pour les populations (puits, rivières, mares),**
 - **la nécessité d'impliquer les populations dans le processus de mise en place du système.**
- **L'insuffisance des ressources financières et le manque de volonté des Etats de payer leurs propres consommations d'eau qui représente pourtant près de un tiers des volumes distribués**

Dans la situation africaine, sont des raisons moins déterminantes :

- **la mauvaise organisation dans la maintenance des installations et celle de la gestion du service,**
- **les contraintes liées à un environnement physique hostile .**

En d'autres termes, on peut dire que les systèmes d'AEP des petits centres urbains africains ne sont **pas effectifs** car ils ne sont pas accessibles à toutes les populations pour lesquelles l'eau du réseau revient souvent trop cher (plus de 5 % du revenu pour certains). Les systèmes d'AEP ne profitent donc qu'à la fraction la plus nantie de la population.

Ils ne sont **pas viables** car les coûts engagés ne sont pas couverts et les installations ne sont pas bien entretenues.

Les projets d'AEP seront effectifs et viables s'ils sont réalisés dans un processus de négociation participative à savoir :

- **initiation par ou avec les populations qui en seront bénéficiaires,**
- **analyse des conditions d'alimentation en eau existantes en fonction des besoins actuels et des besoins futurs (quantitatifs et qualitatifs),**
- **identification des différentes variantes possibles pour l'AEP en partant d'une simple amélioration de l'existant, à des projets pouvant assurer le niveau et la qualité de service les meilleurs possibles,**
- **sensibilisation des différents acteurs, en particulier les bénéficiaires, sur la signification ainsi que les avantages et les inconvénients de chacune des variantes,**

- analyse comparée des variantes et choix de la solution à retenir, de préférence suivant un modèle itératif avec les différents acteurs (populations, Etat, Société de distribution d'eau, bailleur de fonds éventuellement), et non seulement sur la base de critères économiques comme c'est le cas de nos jours, mais aussi en fonction de critères sociaux.

Si la démarche était menée de cette façon, on pourrait :

- éviter dans bien des cas la réalisation d'un réseau de conduites de distribution ne comportant que quelques dizaines de branchements, au profit par exemple de forages ou de puits équipés de pompes à main,
- réaliser des systèmes qui profiteront pleinement à toutes les couches de la population,
- amener l'Etat à payer la consommation d'eau de ses services.

1.7. Objectifs et limites de la thèse

Les objectifs de la présente thèse sont de trois ordres :

- identifier les erreurs commises et déterminer les contraintes environnementales à la réalisation et à la gestion des systèmes d'AEP dans les PCU en les évaluant suivant plusieurs critères (techniques, organisationnels, sociaux, financiers etc),
- déduire de cette évaluation des données de base plus fiables et des enseignements pour la conception des projets futurs,
- montrer l'utilité de l'aide à la décision multicritère dans la conduite des projets d'AEP (chap. 7).

L'étude se situe donc d'avantage au niveau de l'ingénieur concepteur de projet qu'au niveau de l'analyste financier ou du planificateur général des politiques nationales.

Les résultats s'adressent aux acteurs suivants, cités par ordre de responsabilités dans le domaine :

- les autorités des Etats d'Afrique, notamment les responsables des ministères chargés de l'hydraulique,
- les bureaux d'études,
- les sociétés de distribution d'eau,
- les bailleurs de fonds.

Nota : les termes, formules et indicateurs utilisés dans cette thèse, notamment ceux relatifs aux aspects financiers, ne sont pas forcément universels. La plupart ont été imaginés pour les besoins de l'étude.

1.8 Méthodologie

La présente thèse est fondée sur l'analyse du système d'AEP de dix petits centres urbains (PCU) en Afrique de l'Ouest dont la monographie est présentée dans la deuxième partie de ce volume.

La thèse elle-même (première partie de ce volume) est présentée en 8 chapitres dont le plan reflète fidèlement la méthodologie :

- Le chapitre 1 expose la problématique et la thèse
- Le chapitre 2 est relatif à l'analyse d'une série de documents guides sur l'AEP en Afrique et dans le reste du monde, et à la collecte des données notamment :
 - l'étude monographique du système d'AEP des dix PCU africains,
 - des enquêtes menées sur d'autres systèmes d'AEP ainsi que l'analyse des données d'exploitation de quelques sociétés de distribution d'eau en Afrique.
- Dans le chapitre 3, sont présentées les méthodes classiques d'évaluation et les méthodes multicritère d'aide à la décision. Les méthodes retenues pour la thèse y sont décrites.
- Dans le chapitre 4, est analysée la fiabilité des données de base techniques ayant servi aux calculs des ouvrages d'AEP dans les projets, notamment :
 - les populations de base et les projections démographiques,
 - les besoins en eau et les coefficients majorateurs de ces besoins en eau (coefficients de pointes).
- Le chapitre 5 traite de l'analyse des systèmes en vue de leur évaluation globale. Des indicateurs y sont définis pour servir d'appui à cette analyse. Ces indicateurs se rapportent aux aspects techniques, organisationnels de l'exploitation-gestion et financiers. Ils serviront dans le chapitre 6 à la construction des critères d'évaluation comparée des systèmes d'AEP.
- Le chapitre 6 présente la construction de la famille des critères d'évaluation et l'application de la méthode d'évaluation retenue aux dix systèmes d'AEP présentés dans la monographie.
- Le chapitre 7 est une description d'un cas type de PCU. Le but de cet exercice est l'application des méthodes multicritère d'aide à la décision dans le choix entre plusieurs variantes dans l'AEP d'une ville.

Des hypothèses sont posées pour les objectifs assignés au système d'AEP dont il faut doter ce PCU type, ainsi que sur les données démographiques, socio-économiques et sur les contraintes naturelles (disponibilité, caractéristiques et emplacement des ressources en eau).

Différentes variantes correspondant à des niveaux de service de distribution d'eau distincts sont définies. Des critères d'évaluation de ces variantes sont définis, ainsi que le mode d'évaluation.

Enfin, une analyse comparée de ces variantes est faite pour les classer entre elles, afin de trouver celle qui pourrait constituer le meilleur choix pour le PCU.

- Le chapitre 8 expose enfin les conclusions et les recommandations.

CHAPITRE 2 ANALYSE D'UNE SERIE DE DOCUMENTS GUIDES ET COLLECTE DES DONNEES

2.1. Les rapports sur la Décennie internationale pour l'alimentation en eau potable et l'assainissement (DIEPA)

2.1.1. les actes de Mar Del Plata de 1977

La décennie 1981-1990 a été déclarée **Décennie internationale pour l'eau potable et l'assainissement (DIEPA)** à la Conférence des Nations Unies tenue à Mar Del Plata au Brésil en 1977.

L'objectif était qu'au terme de la décennie, les populations du monde soient toutes pourvues en système d'alimentation en eau saine et en système correct d'assainissement, conditions indispensables pour atteindre la "**Santé Pour Tous d'ici l'An 2000**", autre objectif déclaré des Nations Unies.

On peut considérer que lors de la prise de cette décision, les esprits étaient surtout tournés vers les pays du Tiers Monde, en particulier ceux d'Afrique et de certaines régions d'Asie et d'Amérique Latine, qui accusaient un énorme retard dans ce domaine (tab. 2.1).

La conférence de Mar Del Plata a retenu six domaines principaux d'action considérés comme nécessaires et stratégiques pour la réalisation de l'objectif fixé :

1. le développement des ressources humaines
2. l'installation de systèmes d'AEP et d'assainissement de base dans les zones urbaines et rurales
3. la mise en place d'une technologie appropriée à des coûts adaptés aux conditions locales
4. la participation communautaire (aux travaux et à la gestion des systèmes d'AEP et d'assainissement)
5. le fonctionnement et la maintenance (des installations)
6. la planification.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), co-auteur des documents préparatoires de la DIEPA avec la Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement (BIRD), a été chargée par la Conférence de la mise en application et de la surveillance des progrès de la DIEPA.

C'est ainsi que lors de la Trentième Assemblée Mondiale de la Santé, l'OMS a défini 5 tâches essentielles faisant partie de ses stratégies durant la DIEPA (Résolution WHO 30.33). Il s'agit :

1. de promouvoir le développement de l'AEP et de l'assainissement
2. de soutenir le développement institutionnel de l'AEP et de l'assainissement
3. de mobiliser les crédits nécessaires

4. d'assurer l'échange d'informations et le développement des technologies appropriées
5. de promouvoir le développement des ressources humaines.

Sur recommandation de l'OMS, plusieurs pays de la région OMS Afrique (AFRO) ont organisé des ateliers nationaux pour fixer des objectifs spécifiques et mettre au point un programme national de la DIEPA.

Tableau 2.1 Taux de couverture des populations en système d'AEP : Situation en début et objectifs initiaux de la DIEPA *

Année	Situation en 1980	Objectifs DIEPA 1990
Population urbaine Tiers Monde	73 %	100 %
Population urbaine région Afrique (AFRO)	66 %	100 %
Population rurale Tiers Monde	32 %	100 %
Population rurale région Afrique (AFRO)	22 %	100 %

* Tirés du rapport de l'OMS : Review of Mid-décade progress as at december 1985

2.1.2. les rapports de l'OMS sur les progrès de la DIEPA

• En 1986 le Directeur Général de l'OMS a présenté à la Trente Neuvième Assemblée Mondiale de la Santé un rapport intermédiaire sur la mise en oeuvre de la DIEPA à la mi-décennie (1981-1985). Il en ressortait que les objectifs initiaux avaient été trop ambitieux.

C'est ainsi que suite aux résultats peu satisfaisants durant la première mi-décennie, les objectifs ont été revus à la baisse (tab 2.2).

Tableau 2.2 Taux de couverture des populations en système d'AEP : Situation en 1985 et nouveaux objectifs de la DIEPA*

Années	Situation en 1985	Objectifs révisés DIEPA 1990
Population urbaine Tiers Monde	75 %	90 %
Population urbaine région Afrique	78 %	88 %
Population rurale Tiers Monde	42 %	62 %
Population rurale région Afrique	25 %	54 %

* Tirés du rapport de l'OMS : Review of Mid-decade as at december 1985

- En 1988, soit deux ans avant la fin de la DIEPA, les données statistiques du Système de l'OMS pour la surveillance des progrès de la DIEPA indiquaient encore des résultats peu satisfaisants (tab 2.3).

Tableau 2.3. Comparaison du niveau de couverture des populations en système d'AEP en 1988 et des objectifs révisés de la DIEPA*

Années	Situation en 1988	Objectifs révisés DIEPA 1990
Population urbaine Tiers Monde	83 %	90 %
Population urbaine région Afrique	83 %	88 %
Population rurale Tiers Monde	52 %	62 %
Population rurale région Afrique	31 %	54 %

*Tiré du rapport OMS : Review of decade progress as at december 1988

Pour atteindre les objectifs (révisés), il fallait investir dans les pays du Tiers Monde en deux ans, environ 52.4 milliards de \$ US pour les cinq régions OMS (sans la région Europe) dont 13.3 milliards pour AFRO.

Mais pour ce qui concerne l'Afrique, la tendance au ralentissement des financements faisaient déjà craindre une baisse du taux de couverture pour la fin de la décennie.

- Le bilan de la DIEPA établi en 1990 à l'issue de la décennie confirme bien la tendance de 1988 (tab 2.4 et fig. 2.5).

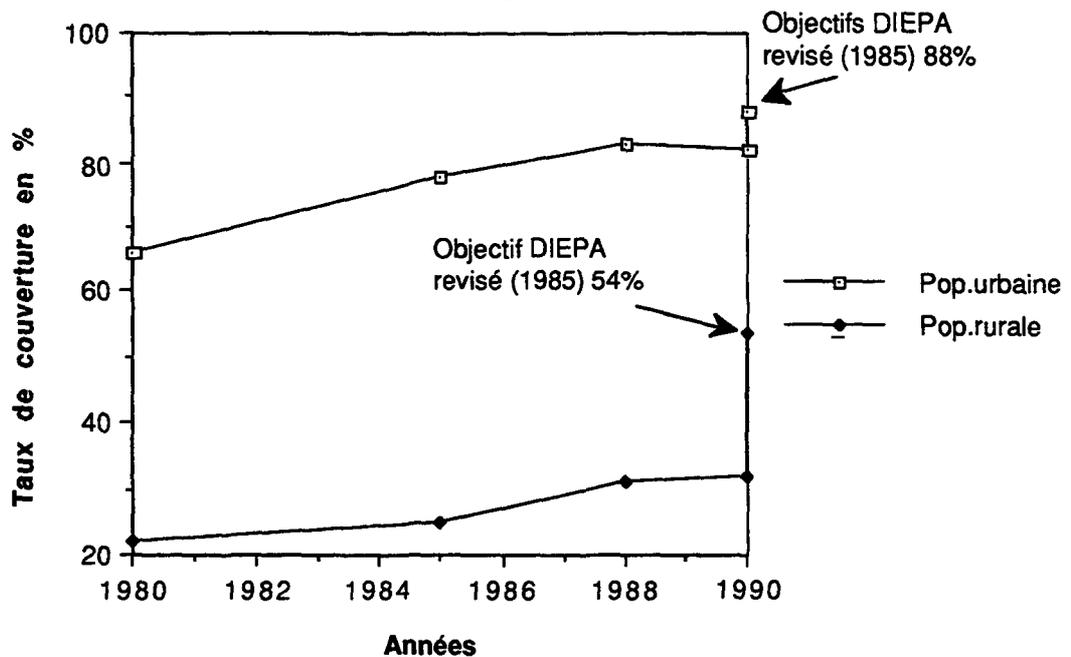
Les populations d'Afrique souffrent toujours, pour un grand nombre d'entre elles, d'un manque de service adéquat d'AEP et d'assainissement.

Tableau 2.4. Bilan de la DIEPA, taux de couverture des populations en système d'AEP en région OMS Afrique (AFRO)

Années	Objectifs initiaux DIEPA pour 1990	Objectifs révisés (en 1985) pour 1990	Taux de couverture atteint en 1990
Population urbaine	100 %	88 %	82 %
Population rurale	100 %	54 %	32 %
Population totale	100 %	64 %	46 %

Figure 2.5 Courbe d'évolution du taux de couverture des populations en eau potable pour la région OMS AFRO

Courbe d'évolution du taux de couverture des populations en système d'AEP dans les pays de la région OMS AFRO



2.1.3. les journées techniques du Comité Inter africain d'Etudes Hydrauliques (CIEH) Ougadougou, février 1990

Ces journées techniques ont été organisées en prélude au 15^{ème} Conseil des Ministres du CIEH tenu à Ougadougou le 23 février 1990.

Elles étaient consacrées au bilan de la DIEPA dans les pays membres du CIEH, avec la participation des services des états chargés de l'hydraulique, des Sociétés de distribution d'eau, ainsi que de divers partenaires techniques et financiers.

Les pays membres du CIEH présents étaient: le Benin, le Burkina Faso, le Cameroun, la Centrafrique, la Côte d'Ivoire, le Gabon, le Mali, le Niger, le Tchad et le Togo.

Les rapports nationaux présentés sur la situation à la fin de la DIEPA étaient de niveaux d'information très différents. Ils correspondent à la situation en fin 1989. Ils montraient une fois de plus le caractère insuffisant des résultats obtenus lors de la DIEPA dans les pays d'Afrique.

Ces rapports faisaient également ressortir une grande disparité entre pays, dans la couverture des populations en systèmes d'AEP. Ainsi pour 1989 le taux de couverture en milieu urbain était estimé à 85 % en Côte d'Ivoire contre seulement 21 % au Mali. Il est à préciser que ces valeurs doivent être considérées avec prudence car les taux de couverture présentés correspondent au rapport entre la population urbaine considérée comme couverte, c'est à dire la population résidant dans les villes équipées en réseau de distribution d'eau, et la population urbaine totale du pays.

Il s'agit donc du **taux de population urbaine vivant dans un centre équipé en système d'AEP**. Ce qui ne correspond pas au taux réel de desserte des populations urbaines (tab 2.6), surtout lorsqu'on sait que l'essentiel des populations urbaines se trouvent dans la capitale et dans quelques villes moyennes.

A titre d'exemple: Abidjan abrite environ 25 % de la population totale de la Côte d'Ivoire, Dakar 30 % de celle du Sénégal, Bamako 13 % de celle du Mali.

A cela il faut ajouter que les populations des zones péri-urbaines non couvertes par le réseau d'AEP sont très mal connues. Ces populations dépasseraient un tiers de la population recensée dans les capitales suivantes : Bamako, Conakry, Niamey et Ouagadougou.

En effectuant l'analyse à partir du rapport entre le nombre de centres urbains équipés en systèmes d'AEP (y compris la capitale) et le nombre de centres classés urbains, on constate que pour certains pays, plus de la moitié des PCU restait encore à équiper (tab 2.7 et fig. 2.8).

Tableau 2.6. Desserte réelle des populations dans les centres urbains équipés de système d'AEP dans quelques pays du CIEH en fin 1989
(tiré du rapport des journées techniques du CIEH de février 1990)

Pays	Population des centres urbains équipés M.hab	Population (réellement) desservie M.hab.	Taux de pop. desservie
Benin	1.385	0.779	56 %
Burkina Faso	NP*	NP	-
Cameroun	3.781	2.084	55 %
Centrafrique	0.578	0.175	30 %
Côte d'Ivoire	NP	NP	-
Gabon	NP	NP	-
Mali	1.300	0.600	46 %
Niger	1.350	1.132	84 %
Tchad	NP	NP	-
Togo	NP	NP	-

NP : non précisé

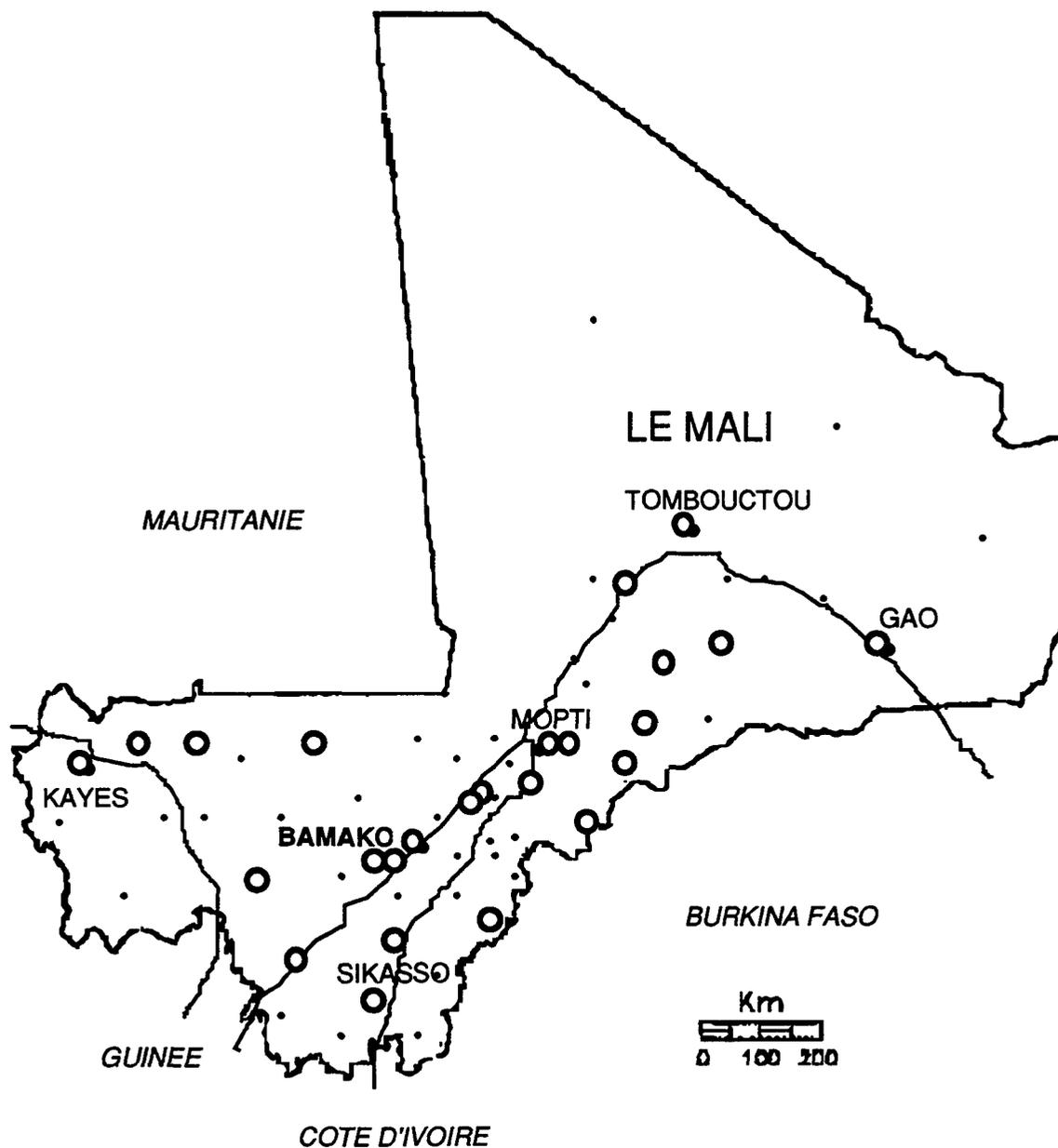
Tableau 2.7. Le nombre de centres urbains équipés en systèmes d'AEP dans quelques pays membres du CIEH en fin 1989
(tiré du rapport sur les journées techniques du CIEH de février 1990)

Pays	Nombre de centres classés urbains	Nombre de centres urbains équipés	Taux de centres urbains équipés
Benin	84	65	77 %
Burkina Faso	64	34	53 %
Cameroun	182	87	48 %
Centre Afrique	NP	8	-
Côte d'Ivoire	NP	404	-
Gabon	NP	NP	-
Mali	69	25	36 %
Niger	309	131	42 %
Tchad	NP	10	-
Togo	NP	NP	-

NP : non précisé

Nota : La notion de centre urbain varie selon le pays. En Afrique, le centre urbain est généralement défini selon des critères administratifs (§1.4.1).

Figure 2.8 Centres urbains équipés en système d'AEP au Mali à la fin de la DIEPA (d'après compte rendu des journées techniques du CIEH, février 1990)



- 25 centres urbains équipés en AEP
- 44 centres urbains non équipés en AEP
- et 84 centres classés sémi-urbains non équipés

2.1.4 commentaires sur les stratégies de l'OMS pour la DIEPA

Les efforts de la DIEPA, bien que très importants n'auront donc que peu augmenté le niveau de couverture des populations d'Afrique en système d'AEP.

Il faut cependant noter que les contraintes au développement de l'AEP en Afrique ne sont pas que d'ordre économique et financier comme la plupart des rapports officiels le laissent entendre. Elles sont aussi d'ordres structurel, naturel, socio-culturel etc.

En conclusion d'une enquête par questionnaire réalisée par l'OMS auprès des gouvernements des Etats-membres dans le cadre du bilan de la DIEPA, il ressortait des 21 réponses reçues des pays de la région OMS AFRO que les principaux obstacles au développement de l'AEP et de l'assainissement rencontrés étaient par ordre décroissant d'importance :

- le manque de ressources financières
- l'absence d'une bonne politique de recouvrement des coûts
- les problèmes de logistique
- les problèmes de maintenance
- l'insuffisance de personnel qualifié
- la mauvaise connaissance des ressources en eau
- l'insuffisance des ressources en eau
- le manque de politique gouvernementale adéquate pour le secteur de l'AEP et de l'assainissement
- un cadre juridique flou et souvent inadéquat
- un cadre institutionnel inadéquat
- le manque de données et de critères de dimensionnement des ouvrages.

On note une non-congruence des stratégies définies pour la DIEPA avec le cadre institutionnel et les conditions économiques et financières des Etats et des populations des pays francophones d'Afrique.

- Le développement des ressources humaines : Les structures de formation appartiennent quasiment toutes à l'Etat. Il existe très peu de centres de formation technique et professionnelle de base. L'essentiel des écoles secondaires sont de formation générale devant conduire à des études universitaires. Les étudiants sont pour leur grande majorité tournés vers des spécialités littéraires et économiques offrant plutôt des perspectives d'être un fonctionnaire en ville. La situation existante et les mentalités ne sont donc pas propices à un développement des ressources humaines tel qu'il s'entend comme appui à la DIEPA : à savoir la formation d'ouvriers et de techniciens capables de réaliser et de maintenir au niveau des petits centres urbains et des villages des installations simples d'AEP.

- Une technologie appropriée à des coûts adaptés aux conditions locales : La recherche technologique est largement insuffisante dans les pays d'Afrique francophone.

En outre, les conditions actuelles dans lesquelles sont réalisés les systèmes d'AEP ne permettent pas aux nationaux un choix libre de la technologie ou du matériel, car le financement est pratiquement toujours lié. Les études sont réalisées par des bureaux d'étude étrangers, le plus souvent européens (voir monographie) avec un financement de bailleurs de fonds étrangers.

Lorsqu'il s'agit d'un financement bilatéral (France, Allemagne, Danemark, Canada pour ne citer que les principaux intervenants dans les pays francophones d'Afrique de l'ouest), l'étude et l'exécution sont quasiment toujours confiées à une entreprise du donateur avec du matériel importé de ce pays, particulièrement lorsqu'il s'agit d'une subvention.

C'est le cas par exemple d'une dizaine de systèmes d'AEP réalisés au Burkina Faso sur financement du gouvernement danois.

Lorsqu'il s'agit d'un financement par les banques (Banque mondiale, Banque africaine de développement, Fonds arabes divers etc), les marchés sont soumis à un appel d'offre international (condition imposée par le bailleurs de fonds) et généralement enlevés par une entreprise non-africaine.

C'est ainsi que dans plusieurs pays, les Sociétés de distribution se trouvent confrontées à une grande diversité du matériel selon le financement.

- Une participation communautaire : Si au niveau financier une participation des populations peut se faire de manière significative dans des pays comme la Côte d'Ivoire où les populations rurales et celles des PCU ont des revenus substantiels grâce à un climat favorable aux cultures commerciales (café, cacao etc), il n'en n'est pas de même pour les populations en zone sahélienne dont certaines ont à peine le minimum vital en nourriture.

Dans les PCU africains, les municipalités sont pauvres. Elles ne perçoivent aucune taxe sur les activités commerciales et industrielles menées dans leur localité. Les taxes sont versées au trésor national. Il n'existe non plus pas d'impôt municipal de capitation. Les seules ressources propres leurs proviennent de taxes perçues sur de petites activités marchandes, des attributions foncières ou l'établissement de pièces d'état civil.

Cependant, les relations sociales dans les villages se prêtent à une participation gratuite à des travaux jugés d'intérêt commun tels que la construction de mosquées, de dispensaires ou d'écoles, surtout lorsque l'initiative vient des villageois eux mêmes. Cette participation est cependant moins évidente dans les PCU où les liens sociaux sont moins forts.

En outre, les PCU africains ne sont ni organisés, ni pourvus en moyens matériels et humains pour assumer la gestion technique d'un service public comme l'AEP.

Le contexte institutionnel dans les pays d'Afrique francophone ne prévoit de toute façon pas une participation communautaire dans la mise en place des systèmes d'AEP urbain, ces derniers étant un patrimoine exclusif de l'Etat.

2.2. Rapports et actes de divers congrès

2.2.1. le 18^{ème} congrès de l'Association Internationale des Distributeurs d'eau (AIDE) Copenhague, mai 1991

Les rapports internationaux n° 1 à n° 9 [AIDE 1991] présentés au congrès sont basés sur des rapports nationaux provenant d'une vingtaine de pays industrialisés ou en voie d'industrialisation d'Amérique, d'Asie et d'Europe. Les pays pauvres étaient quasiment absents à ce congrès. Pour ce qui concerne l'Afrique, seuls le Maroc et l'Afrique du Sud y ont présenté des rapports sur des "Sujets Spéciaux".

Les thèmes abordés montrent que pour les pays industrialisés, les problèmes d'AEP sont d'un autre niveau que dans les pays d'Afrique où l'on est encore confronté à l'insuffisance de la couverture des populations.

- Au niveau institutionnel et législatif : Le rapport international n°9 relatif à "la Législation de la Distribution d'eau" laisse voir une grande diversité dans les législations nationales et la présence d'un trop grand nombre d'intervenants dans le secteur de l'AEP.

Cependant, même si dans la plupart des pays, c'est l'Etat (par des ministères compétents) ou les régions politiques et administratives qui sont chargés de la protection et des arbitrages dans l'exploitation et la gestion des ressources en eau, c'est aux municipalités (rarement aux régions) que reviennent la mise en place et l'exploitation des systèmes d'AEP. Alors que dans les pays francophones d'Afrique, c'est l'Etat qui se substitue à tous les acteurs (voir monographie, vol 2).

- Au niveau financier : Contrairement à ce qui se passe dans les pays d'Afrique francophone, l'initiative de la mise en place d'un système d'AEP émane dans les pays sus-cités de la municipalité qui en prend charge (entièrement ou partiellement) le financement. L'Etat ou les régions n'interviennent parfois que pour apporter une subvention.

En général, les législations imposent aux services de distribution d'eau une indépendance financière par la vente de l'eau.

- Au niveau technique et humain

L'accent a été mis sur les points suivants :

- le surcoût dû aux dispositions sécuritaires dans la distribution de l'eau à savoir [rapport international n° 4] : l'application de coefficients de pointe au dimensionnement des ouvrages, la multiplication des réserves et la diversification des ressources, l'interconnexion de réseaux et la protection contre les catastrophes.

L'application de ces dispositions doit se faire avec un recul, notamment dans les pays en développement où il n'est pas évident que l'amélioration apportée au niveau du service de l'eau en justifie le coût.

- l'importance des groupes d'intérêt du type associations de professionnels, en tant qu'outil efficace dans la promotion du secteur de l'AEP [rapport international n°6], notamment dans des négociations avec

le gouvernement ou avec les banques et dans les débats parlementaires. C'est le cas des associations suivantes :

- . American Water Works Association (AWWA)
 - . Syndicat Professionnel des Distributeurs d'Eau français (SPDE)
 - . Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux (SSIGE)
- etc.

2.2.2. les 6^{ème} et 7^{ème} congrès de l'Union africaine des distributeurs d'eau (Cotonou 1992, Dakar 1994)

Les rapports présentés à ces 2 congrès sont issus d'enquêtes réalisées auprès des distributeurs d'eau membres de l'union. Les thèmes débattus se rapportent moins à la problématique de l'alimentation en eau des populations qui en sont dépourvues qu'à des problèmes institutionnels et techniques posés aux distributeurs d'eau dans la gestion des installations qui leurs sont confiées.

D'ailleurs la législation en vigueur dans ces pays ne leur confère que cela.

Il faut signaler que dans les pays d'Afrique francophone, les distributeurs d'eau sont des prestataires de service. Leurs préoccupations résident surtout dans l'amélioration de leurs résultats de gestion. Ils ne sont d'ailleurs pas disposés, à moins que l'Etat ne le leur impose, de prendre en gestion les systèmes d'AEP des PCU et des centres ruraux parce qu'ils les considèrent comme non rentables.

On retient des travaux de ces 2 congrès les éléments suivants :

- Au niveau législatif : Les acteurs en présence sont trop nombreux et paralysants pour le développement du secteur de l'AEP. Le cadre institutionnel est le plus souvent flou : plusieurs Sociétés de distribution d'eau n'ont pas encore d'accord cadre avec l'Etat [UADE 1992, Session technique n°1]. La plupart des acteurs, notamment les ministères chargés de l'hydraulique et les ministères chargés de la santé, n'arrivent pas à assumer leur rôle de contrôleur du service de l'eau par manque de moyens humains, matériels et financiers.

Les Sociétés de distribution d'eau ont très peu d'autonomie par rapport à l'Etat qui "considère l'AEP comme un secteur stratégique de sa politique dont il faut avoir le contrôle"

- Au niveau financier : Les membres de l'UADE dans leur grande majorité ont présenté des bilans financiers déficitaires à cause de l'insuffisance du recouvrement des coûts [UADE 1992, Session technique n°1], les tarifs de l'eau étant imposés par l'Etat dans presque tous les pays membres.

- Au niveau technique et humain : Les Sociétés membres de l'UADE consacrent peu d'efforts à la maintenance des installations, notamment pour la maintenance préventive. Seules la SODECI, la SONEES, et les Sociétés d'eau du Maroc et de la Tunisie disposaient d'un plan de maintenance [UADE 1992, Session technique n° 1].

La définition des postes et des compétences requises n'est pas encore maîtrisée pour la grande majorité des sociétés. La plupart d'entre elles étaient d'ailleurs en cours de restructuration [UADE 1994, Session technique n°4].

2.2.3. résultats et commentaires de la table ronde sur l'AEP des centres secondaires (grands centres ruraux) tenue à Ougadougou en novembre 1993

- **Motivation et participants :** La réunion a regroupé des responsables nationaux du secteur de l'AEP de 8 pays d'Afrique de l'ouest francophone (Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal) et des coopérants techniques français auprès de ces pays.

Elle a été motivée par les constats suivants :

- l'approche "hydraulique villageoise" dans l'AEP des centres secondaires, c'est-à-dire la réalisation de points d'eau autonomes, a conduit à la création d'un grand nombre de forages et de puits dont la maintenance est rarement assurée à cause d'un flou dans les responsabilités
- l'approche "hydraulique urbaine", c'est-à-dire la réalisation d'un réseau de conduites de distribution, a conduit à réaliser des systèmes d'AEP non viables du point de vue financier et dont la prise en gestion n'est pas souhaitée par les Sociétés de distribution d'eau.
- **Au niveau institutionnel :** Les rapports nationaux présentés rappellent l'existence d'un grand flou dans la définition d'un centre secondaire et dans les attributions des différents acteurs pour l'AEP de ces centres.

La population d'un centre secondaire est inférieure à 10 000 habitants au Burkina Faso, inférieure à 8 000 habitants au Sénégal, comprise entre 2 000 et 5 000 habitants en Guinée et au Mali où on les appelle "centres ruraux", entre 1 000 et 5 000 habitants en Côte d'Ivoire, non précisée pour le Benin, la Mauritanie et le Niger.

Mais le cadre institutionnel global reste le même pour les huit pays à savoir :

- l'AEP des centres considérés comme urbains est prise en charge tant en investissement qu'en exploitation respectivement par l'Etat et la Société (nationale) de distribution d'eau
- l'AEP des centres considérés comme secondaires et des villages relève de la Direction chargée de l'hydraulique qui en assure entièrement ou partiellement le financement et apporte aux populations bénéficiaires un appui technique à la maintenance et à la gestion
- la gestion et la maintenance des installations d'AEP des centres secondaires est dévolue à la communauté bénéficiaire, mais il s'avère que les Etats restent encore trop dirigistes dans ce domaine, en définissant pour les collectivités le mode de gestion à mettre en place ; au Mali c'est même l'Autorité locale (le Commandant de cercle) qui assure la présidence du comité de gestion.

- Au niveau financier : Il est admis dans les huit pays que :
 - le financement des investissements initiaux ne peut être assuré que par une prise en charge ou une subvention de l'Etat ou d'un bailleur de fonds étranger ; mais certains pays exigent désormais de la communauté bénéficiaire une participation financière (Benin, Côte d'Ivoire, Mali, Niger)
 - la vente de l'eau doit couvrir les charges courantes et même pour certains pays (Benin, Burkina Faso, Mali, Niger), le renouvellement d'une partie des installations, notamment le matériel de pompage.

Mais le problème clé réside dans le manque de maîtrise des coûts de la part des acteurs et dans l'inadéquation des tarifs. Ces derniers sont généralement alignés sur celui de la vente de l'eau à la borne fontaine dans les villes, soit 5 ou 10 Fcfa le seau de 20 litres.

- Au niveau technique et humain : On a déploré la diversité du matériel de pompage non seulement entre les pays, mais aussi dans un même pays. Ce qui aggrave les problèmes de maintenance.

Les données de dimensionnement ne sont pas maîtrisées. Les directives sont très différentes d'un pays à l'autre. Par exemple, on considère un besoin spécifique de 10 litres/j.personne au Bénin contre 35 litres/j.personne au Sénégal.

Les participants à la table ronde ont insisté sur la nécessité d'éviter un surdimensionnement inutile des installations.

Le modèle de gestion est quasiment le même dans les huit pays. La gestion est assurée au nom de la collectivité par un comité villageois. Mais le problème se pose partout de savoir comment intéresser les membres de ces comités.

En conclusion de cette table ronde, on retiendra les points principaux suivants:

- **le cadre institutionnel mérite encore une redéfinition précisant les attributions et les relations entre les acteurs dans l'AEP des centres secondaires (Etat, communauté bénéficiaire, comité de gestion, fontainiers, usagers)**
- **les populations des centres secondaires sont défavorisées par rapport à celles des villes qui profitent des tarifs sociaux appliqués aux faibles consommations d'eau**
- **les populations des centres secondaires sont défavorisées par rapport aux populations rurales pour lesquelles le système d'AEP étant limité à des forages ou des puits équipés de pompes à main, l'eau est beaucoup moins chère, voire gratuite**
- **il est souvent demandé aux populations des centres secondaires de participer financièrement aux investissements initiaux de leur système d'AEP (contrairement aux populations des villes et aux populations rurales)**
- **les populations des centres secondaires sont tenues de s'organiser pour assurer la gestion de leurs installations**

- **les populations des centres secondaires doivent payer l'eau au vrai coût car la vente de l'eau doit permettre de couvrir les charges d'exploitation et même pour certains pays le renouvellement du matériel de pompage, alors que la modestie de leur taille rend les coûts unitaires exorbitants.**

2.3. Etude monographique du système d'AEP de 10 PCU africains

2.3.1. choix des pays et du nombre de PCU

Le terrain de l'étude a été limité aux pays d'Afrique de l'Ouest francophone pour des raisons matérielles et de temps.

Les possibilités de généralisation des conclusions de cette étude aux pays d'Afrique anglophone ne sont pas certaines à cause de la différence de culture, de contexte institutionnel et d'approches dans les méthodes de conduites des projets et de gestion des systèmes. Mais ces conclusions pourraient bien être étendues aux autres pays d'Afrique francophone sans grands risques à cause de l'identité des problèmes dans l'AEP comme l'indiquent divers rapports de l'UADE.

Ainsi 9 pays se trouvent concernés : Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal et Togo.

Ces pays ont été répartis selon deux critères.

- Selon le revenu intérieur brut, on distingue deux classes :
 - *classe 1*, les pays non classés PMA (Pays les moins avancés) selon le critère du FMI et de la Banque mondiale : Côte d'Ivoire, Sénégal
 - *classe 2*, les pays classés parmi les PMA : Benin, Burkina Faso, Guinée, Mali, Mauritanie, Niger, Togo.
- Suivant la position géographique et les conditions climatiques, on distingue deux groupes :
 - *groupe A*, les pays côtiers avec forêt ou savane où la pluviométrie abondante permet aux populations d'assurer leur autosuffisance alimentaire grâce à l'agriculture : Benin, Côte d'Ivoire, Guinée et Togo.
 - *groupe B*, les pays du Sahel où l'eau est rare à cause d'un climat défavorable ; certaines populations n'arrivent même pas à produire le minimum vital : Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal.

En effectuant un croisement entre les deux critères de classement on obtient 4 types de pays (tab.2.9).

Tableau 2.9 Stratification des pays de la zone de l'étude

	Groupe A	Groupe B
Classe 1	Type 1 : Côte d'Ivoire	Type 3 : Sénégal
Classe 2	Type 2 : Benin, Guinée, Togo	Type 4 : Burkina, Mali, Mauritanie, Niger

Nous avons ensuite éliminé la Guinée et la Mauritanie, toujours pour des raisons de temps, puis le Togo à cause de troubles politiques internes. Ainsi, il ne restait plus que les six pays figurant dans le tableau 2.10.

Nous avons décidé de retenir pour les enquêtes de terrain trois PCU par pays pour les types 1, 2 et 3 pour lesquels il ne reste plus qu'un seul pays, et deux PCU par pays pour le type 4 pour lequel il reste encore trois pays.

Au total ce sont 15 PCU qui sont retenus pour les enquêtes dans six pays d'Afrique de l'Ouest francophone (tab 2.10).

Tableau 2.10 Pays retenus et nombre de PCU retenu par pays

Pays retenus	Benin	Burkina F.	C. Ivoire	Mali	Niger	Sénégal
Type de pays	type 2	type 4	type 1	type 4	type 4	type 3
Nbre de PCU	3	2	3	2	2	3

2.3.2. choix des petits centres urbains (PCU)

La disponibilité des documents d'avant projet du système a été le critère principal ayant prévalu dans le choix des PCU figurant dans l'étude monographique.

En effet, durant nos enquêtes, nous avons pu constater que ces documents sont souvent très mal conservés voire introuvables, quelques années après la mise en exploitation des installations. Ce qui nous a amené à retenir des systèmes d'AEP très récents comme c'est le cas pour l'AEP de Klouekamé au Benin et celle de Bougouni au Mali, ou bien à établir la monographie du système d'AEP à partir d'un projet d'extension et de renforcement.

C'est ainsi que 5 des 15 systèmes d'AEP enquêtés ne figurent pas dans la monographie détaillée à cause d'insuffisances des données disponibles. Il s'agit de :

- Ifagnan et Tori Bossito au Benin,
- Banfora et Pô au Burkina Faso,

- Koulikoro au Mali.

Cependant certaines données de ces cinq PCU sont présentées dans la thèse (tab 5.2, 5.5, 5.27, 5.32 et 5.35).

En définitive l'étude monographique complète ne porte que sur dix systèmes d'AEP pour lesquels des données assez complètes ont été disponibles. Il s'agit du système d'AEP des PCU suivants cités par pays :

- Benin : Klouekamé
- Côte d'Ivoire : Boundiali, Katiola, Odjenné
- Mali : Bougouni
- Niger : Dosso, Kollo
- Sénégal : Bambey, Fatick, M'Backé.

La monographie fait l'objet de la deuxième partie de ce document (annexe à la thèse).

2.3.3. la méthode suivie dans la collecte des données

Les informations ont été collectées lors de visites effectuées sur place à raison de trois jours en moyenne par système d'AEP (tab 2.11).

Les principales sources d'informations ont été les suivantes :

- Les documents d'avant-projet et de projet d'exécution. Ces documents ont été obtenus
 - auprès des services des Etats, chargés de l'alimentation en eau potable, notamment les Directions chargées de l'hydraulique
 - auprès des Sociétés d'exploitation des systèmes d'AEP
- Les rapports d'exploitation des Sociétés d'exploitation
- Divers entretiens avec les cadres et agents des Directions de l'hydraulique et des Sociétés d'exploitation
- La visite des installations techniques d'AEP
- Des entretiens avec les populations et des enquêtes sommaires menées auprès de quelques foyers
- Divers textes législatifs au niveau national.

Tableau 2.11 Déroulement des visites sur le terrain

Désignation du pays	Période des enquêtes	Petits centres urbains enquêtés
Benin	Mars 1991	Klouekamé, Ifagnan, Tori Bossito
Burkina Faso	Mars 1992	Banfora, Pô
Côte d'Ivoire	Avril 1992	Boundiali, Katiola, Odjenné
Mali	Juillet 1992	Bougouni, Koulikoro
Niger	Juin 1992	Dosso, Kollo
Sénégal	Décembre 1990 à janv. 1991	Bambey, Fatick, M'Backé

2.4. Les enquêtes complémentaires

2.4.1. enquêtes complémentaires dans les pays d'Afrique francophone

L'objectif a été de compléter les données des PCU précédemment cités par des enquêtes plus sommaires menées sur d'autres systèmes d'AEP et par l'étude de divers rapports d'exploitation des Sociétés d'eau. Des données concernant les PCU ou les sociétés suivantes ont été utilisées dans la thèse :

- Les rapports d'exploitation des systèmes d'AEP de la région ONEA-Bobo Dioulasso (Burkina Faso), villes situées dans la partie ouest du pays (tab 4.14)
- Les rapports d'exploitation des systèmes d'AEP de la région SODECI- Daloa (Côte d'Ivoire), villes situées dans la partie nord-ouest du pays (tab 5.23, tab 5.28 et tab 5.32)
- Les rapports d'exploitation des systèmes d'AEP relevant de Niamey (Niger), villes situées dans la partie ouest du pays (tab 4.14).

Par ailleurs, des enquêtes ont été menées à Fada N'Gourma (Burkina Faso) pour connaître les proportions de population utilisant l'eau du réseau d'AEP et les ressources en eau alternatives, notamment les puits (§ 4.4.2 et fig. 4.20).

2.4.2. enquête dans un pays d'Afrique anglophone : le Ghana.

L'objectif est de rechercher des éléments de comparaison entre les systèmes d'AEP dans un pays anglophone et ceux des pays francophones situés dans la même région et dans les mêmes conditions économiques.

L'enquête a lieu en août 1994. Les systèmes d'AEP des villes suivantes ont été visités :

- Accra-Téma , la capitale et sa banlieue
- Nsawan , un PCU à 35 km au nord d'Accra
- Assemkose, un PCU situé à 50 km au nord d'Accra.

Cette enquête nous a révélé que le cadre institutionnel de l'AEP n'est que légèrement différent de celui des pays francophones. Un seul acteur est impliqué dans l'AEP. Il s'agit de la Ghana Water and Sewerage Corporation (GWSC) qui est maître d'ouvrage et maître d'oeuvre dans les projets d'AEP ; elle assure également l'exploitation-gestion des installations sur l'ensemble du pays.

La GWSC est une société d'Etat sous la responsabilité d'un conseil d'administration dont les membres sont nommés par l'Etat. Elle a très peu d'autonomie en matière de gestion, notamment dans la fixation des tarifs qui seraient très bas par rapport au prix de revient de l'eau, et pour réaliser de nouveaux investissements.

En témoigne l'état de fonctionnement défectueux dans lequel nous avons trouvé le jour de notre visite les installations d'AEP des deux PCU cités plus haut. Leur niveau d'entretien nous inspire une note de 2 sur l'échelle de l'indicateur de niveau d'entretien I_5 qui en compte 5 (voir section 5.6).

CHAPITRE 3 LES METHODES D'EVALUATION

3.1. Niveaux d'analyse et recommandations diverses pour une évaluation

3.1.1. définitions et terminologie

Selon Dirk de Smet "l'évaluation est l'ensemble des techniques utilisées pour se faire une idée plus ou moins exacte de l'utilité des projets ou des programmes ainsi que de l'efficacité de leur exécution. Elle permet de rendre la décision sur la réalisation éventuelle des projets plus aisée et d'améliorer les actions en cours ou les actions futures".

Il s'agit donc de déterminer l'impact attendu ou observé d'une action ou d'une activité et d'apprécier cet impact en fonction des objectifs fixés et des contraintes de son environnement.

Il existe 3 types d'évaluation :

- L'évaluation à la conception, c'est à dire au stade du projet appelée **évaluation ex-ante** ou **appréciation du projet**. Le Petit Larousse définit ex-ante comme étant "l'analyse des faits économiques, effectuée de façon prévisionnelle".

L'évaluation ex-ante d'un projet consiste donc :

- à estimer la situation existante et la situation future probable ; cette estimation porte non seulement sur les données techniques, naturelles et économiques, mais aussi sur celles de la société (composition, attitudes, besoins etc) et leur évolution, c'est à dire selon IMBODEN [1978], "sa trajectoire sociale"
- à estimer les effets attendus du projet et à effectuer l'analyse de leurs conséquences (impacts).
- L'évaluation en cours d'exécution, parfois appelée **suivi-évaluation**, qui consiste à suivre pendant la réalisation du projet, les données relatives aux besoins, aux contraintes, aux performances et aux caractéristiques de l'environnement afin d'établir les écarts avec les prévisions de l'étape de l'appréciation (évaluation ex-ante) et de procéder si nécessaire à des modifications pour s'adapter aux réalités.

Le suivi-évaluation n'est donc pas fait pour remettre en cause le projet, mais pour l'actualiser. Il a pour but d'améliorer le projet en s'intéressant aux outputs pour revoir les inputs [GENTIL et al 1984] :

- L'évaluation ex-post : Selon le Petit Larousse, "ex-post se dit de l'analyse des faits économiques effectuée après leur survenance".

L'évaluation ex-post est faite sur le système réalisé, à un instant précis de son histoire soit à la fin de la réalisation, soit après une ou plusieurs années. Elle permet de tirer des enseignements de l'expérience vécue, autrement dit de **déterminer les succès et les échecs**, ainsi que leurs causes afin de s'en inspirer pour élaborer les programmes et les projets futurs.

Elle porte sur les principaux éléments suivants :

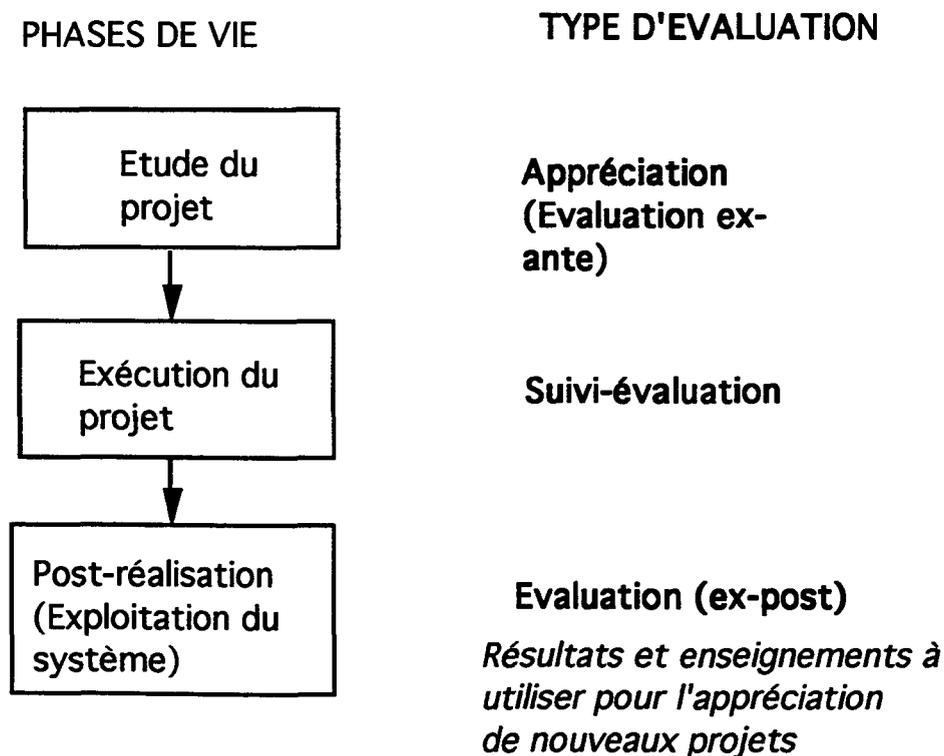
- les défauts de conception, d'exécution, de conduite des programmes et des projets, ainsi que les effets provoqués par ces défauts,
- l'évolution sociale réelle de la société, c'est-à-dire ses besoins, ses attitudes, sa composition etc, en comparaison avec les prévisions,
- l'adéquation des techniques et des technologies utilisées,
- les inputs utilisés avec leurs coûts et contraintes, comparés aux outputs obtenus, avec leurs impacts.

Nota : Dans la bibliographie consultée, relative à l'évaluation des opérations de développement dans les pays du Tiers Monde, le terme de projet est souvent utilisé pour désigner aussi bien l'outil conçu pour être réalisé (stade de projet) que pour le système déjà réalisé.

Pour écarter toute confusion dans ce domaine, le terme de système est préféré dans cette thèse pour désigner l'ensemble constitué par les installations techniques (déjà réalisées), les données d'exploitation-gestion et l'environnement socio-économique.

On parlera de projet lorsqu'il s'agit des études.

Figure 3.1 Chronologie des types d'évaluation



3.1.2. situation nécessitant une évaluation

Le terme d'évaluation est en général lié à l'évaluation ex-post d'un système en situation difficile dans son fonctionnement. Cependant on trouve peu d'indications dans la littérature sur les conditions qui rendent cette évaluation nécessaire, c'est à dire sur la nature et l'ampleur des difficultés justifiant ladite évaluation.

- Pour la Banque Mondiale [WORLD BANK 1981], l'évaluation est nécessaire dans 3 situations :
 - difficultés sérieuses indépendantes d'une carence des inputs, c'est-à-dire lorsqu'elles ne sont pas dues à un manque de ressources humaines, financières ou matérielles,
 - grandes variations dans la réponse au projet, c'est à dire lorsque les effets obtenus sont très différents de ce qui est attendu, et que les objectifs ne sont pas atteints,
 - sous-performance générale du système, celle-ci pouvant se rapporter tant au fonctionnement technique des installations qu'à l'exploitation-gestion.
- L'expérience montre que l'évaluation des systèmes dans les pays d'Afrique se fait en général dans 2 cas :
 - lorsque le gouvernement saisit un bailleur de fonds pour le financement d'un projet de réhabilitation ; alors ce dernier tente d'évaluer l'existant avant de s'engager,
 - sur l'initiative du bailleur de fonds dans l'une des 3 situations décrites ci-dessus.

3.1.3. les niveaux d'analyse dans une évaluation

On peut distinguer 3 niveaux d'analyse [IMBODEN 1978] :

- L'analyse de l'efficacité technique du système qui peut être considérée comme la base de toute évaluation car c'est elle qui apporte les premières réponses (visibles) au projet. Elle consiste :
 - à identifier les objectifs et à évaluer leur niveau de réalisation
 - à apprécier l'adéquation des techniques, des méthodes et des services (ouvrages et appareils, société et personnel d'exploitation, etc) mis en place pour réaliser les objectifs
 - à apprécier le rendement des ouvrages, des appareils et éventuellement du personnel de gestion (efficience).

L'analyse de l'efficacité consiste donc à évaluer les performances du système par rapport à des objectifs ou à des normes, par exemple :

- amener la totalité de la population à s'approvisionner en eau à partir du système d'AEP et à abandonner les puits
- atteindre un minimum de 1 000 abonnés privés en 3 ans dans un système d'AEP
- maintenir le taux de pertes d'eau dans le réseau de conduites en dessous de 20 % après 10 ans de fonctionnement (§ 5.4.1).

- L'analyse financière ou analyse commerciale qui est basée sur une comparaison entre les dépenses et les recettes. Les valeurs sont exprimées en monnaies (francs, dollars, etc) et rapportées à des unités techniques (m³ d'eau produite, mètre linéaire de conduite posée, habitant desservi etc).

Le critère financier est considéré comme favorable lorsque les recettes sont au moins égales aux dépenses. On dira que l'investissement est financièrement rentable, ou que le système est financièrement viable.

Ce critère est celui qui intéresse le bailleur de fonds, en particulier lorsqu'il est soucieux de récupérer les fonds engagés.

La rentabilité financière constitue également le principal critère d'évaluation pour l'entreprise chargée de l'exploitation-gestion car celle-ci doit équilibrer ses dépenses par des recettes, et même faire des bénéfices s'il s'agit d'une entreprise privée.

- L'analyse socio-économique : Si dans les pays tropicaux humides le problème d'AEP se pose surtout en termes de distribution d'eau de qualité pour préserver la santé, dans les pays arides comme ceux du Sahel, l'installation d'un système d'AEP revêt souvent un caractère vital pour les populations à cause de la rareté de l'eau.

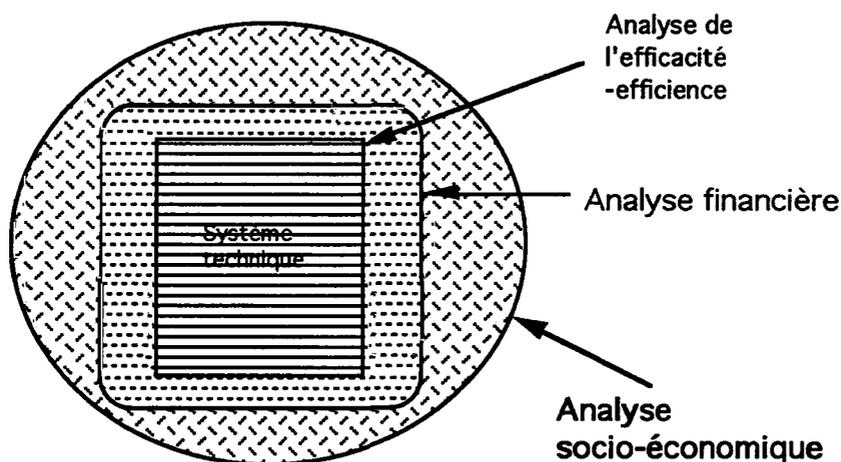
Bien que pour la plupart des pays d'Afrique ni les Etats, ni les municipalités n'aient les moyens financiers et économiques pour faire face aux investissements que nécessite la mise en place d'un système classique d'AEP urbain, celle-ci est considérée par les gouvernements et par les bailleurs de fonds comme un maillon indispensable dans la chaîne qui mène vers l'amélioration de la santé et de la qualité de vie. En témoignent les actes et recommandations issus des nombreuses rencontres internationales et nationales d'experts, et au sommet sur la question (exemple de la DIEPA).

Contrairement aux projets dits "directement productifs" (ou par extension aux projets économiques), l'analyse financière ne peut donc constituer le facteur unique d'évaluation des projets (ou systèmes) et programmes d'AEP dans les PVD. On vise aussi (surtout) des objectifs sociaux, au bénéfice des populations, notamment :

- la satisfaction des besoins vitaux,
- l'amélioration de la santé.

La figure 3.2 illustre l'imbrication de ces différents niveaux d'analyse.

Figure 3.2 Relations hiérarchiques entre les différents niveaux d'analyse d'un projet ou d'un système



3.1.4. analyse critique de quelques recommandations pour une évaluation (ex-post)

On rencontre dans la littérature diverses recommandations portant sur le choix des critères et la conduite d'une évaluation. Elles émanent soit d'organismes de financement, soit de groupes de chercheurs.

- Certaines recommandations indiquent des critères généraux, peu explicites. C'est le cas des critères suivants recommandés par la CEE [DE LA TAILLE 1983] :

- l'efficacité,
- l'efficacité,
- la viabilité,
- les impacts sur les données socio-économiques et sur l'environnement.

- D'autres se présentent en termes plus détaillés avec des propositions d'indicateurs. C'est l'exemple de l'Association (française) de recherche des méthodes d'investigations en milieu rural africain (AMIRA) qui recommande de se baser sur les types d'indicateurs suivants [GENTIL et al 1984] :

- indicateurs de réalisation (les actions réalisées par rapport aux actions prévues),
- indicateurs d'efficacité,
- indicateurs de réactions des "bénéficiaires",
- indicateurs de coûts.

On constate que ces indicateurs contribuent bien à l'évaluation suivant les quatre critères de la CEE.

• D'autres encore présentent plutôt une approche pour mener l'évaluation. C'est l'exemple du guide d'évaluation à posteriori du Ministère français de la Coopération au développement [COURSIER, 1983, 2] qui recommande de se baser sur le modèle suivant :

- étude du projet (historique, partenaires, objectifs, etc),
- monographie et identification des agents économiques concernés,
- évaluation du fonctionnement (technique) du système,
- effets sur les agents économiques concernés, ainsi que sur la région et le pays,
- conséquences pratiques et corrections nécessaires.

• Un groupe de consultants de la DDA (Coopération suisse) : MM. POZZI et WOLF [1989] présente les critères sous une forme trop générale et abstraite pour être opérationnelle (tab.3.3).

C'est aussi le cas des indicateurs suivants proposées dans une consultation restreinte organisée par l'OMS :

- les quantités et la qualité d'eau desservie,
- la satisfaction des besoins minimum,
- la répartition entre catégories sociales,
- la formation des agents,
- l' exploitation et l'entretien,
- la tarification,
- les méthodes de gestion financière,
- l'implication des populations,
- la compatibilité avec les approches de la DIEPA,
- le niveau de décentralisation des décisions.

Dans la plupart des ces recommandations les auteurs se contentent d'énumérer une série de critères pour lesquels la réponse est oui ou non : "check list" (tab 3.3).

On peut ainsi au mieux construire une matrice de réponse de type binaire (0 ou 1). Mais on n'y trouve pas de proposition pour une analyse multicritère dans le sens d'attribuer une valeur partielle (par critère ou groupe de critères), ou globale au système.

C'est cette approche que proposent les méthodes d'aide multicritère à la décision (AMCD).

Tableau 3.3 Exemple de critères d'évaluation proposé par Pozzy et Wolf
(d'après POZZI A. et WOLF J.P. [1989], *Eau potable et assainissement ...*)

DOMAINE (Critères)	OUI	NON
I. VIABILITE		
a). Motivation et participation		
1. les villageois attribuent une grande importance au fait de disposer d'eau potable		
2. de l'eau en quantité suffisante est disponible, on y a facilement accès		
3. les organisations requises pour l'exploitation -entretien existent et fonctionnent		
4. des éléments indépendants du projet ne font pas obstacle à la motivation locale		
b). Exploitation et entretien		
5. les installations sont simples, leur exploitation peu coûteuse		
6. le financement de l'administration, de l'exploitation et de l'entretien est réglé		
c). Organisation institutionnelle		
7. l'organisation institutionnelle est intégrée à l'environnement existant		
8. la tâche de l'institution est clairement définie, elle a un budget financé localement		
d). Financement à moyen et long termes		
9. dépenses et bénéfices ont été analysés et calculés		
10. l'investissement en temps et moyens financiers est raisonnable		
e). Technologie appliquée		
11. dans la mesure du possible, les installations sont construites		
avec des matériaux locaux		
f). Transfert		
12. la date et les modalités du transfert et l'encadrement sont réglés par contrat		
II. INTERDEPENDANCES		
g). Environnement du projet		
13. la productivité des ressources en eau est maintenue		
14. les installations ne polluent pas la nappe phréatique		
h). Projet-alimentation-hygiène		
15. les installations sont en nombre suffisant		
16. l'eau n'est pas polluée hors et dans les ménages		
III. ASPECTS SOCIAUX		
i). Les projets AEPA et le pouvoir		
17. tous les groupes sociaux ont les mêmes avantages		
18. le projet n'entraîne un dommage pour personne		
j). Les projets AEPA et les femmes		
19. le projet encourage les femmes à assumer des responsabilités		
et à participer aux décisions		
20. les femmes participent à la planification et aux travaux préparatoires		
IV. EFFICIENCE		
k). Gestion		
21. le concept de gestion est clair, réalisable et flexible		
l). Structures d'organisation		
22. aucune structure ne se superpose en parallèle à celles qui existent		
23. les moyens investis pour la réalisation sont en proportion raisonnable		
m). Réalisation du programme		
24. des données existent, qui permettent d'évaluer l'efficacité du programme		
25. les potentiels de ressources, moyens logistiques et institutions locales		
ont été analysés et exploités		

3.2. Éléments taxonomiques des méthodes d'aide multicritères à la décision (AMCD)

3.2.1. les acteurs de l'aide à la décision

- Le décideur : C'est celui pour qui est faite l'aide à la décision et qui s'en sert pour effectuer un choix. C'est avec lui que sont définis les objectifs et les préférences.

Pour les systèmes d'AEP dans les PCU d'Afrique, on a affaire à 4 acteurs et groupe d'acteurs :

- l'Etat (les services chargés de l'AEP dans les ministères),
- la société exploitant le système d'AEP,
- le bailleur de fonds,
- la municipalité et la population bénéficiaire.

- L'homme d'étude : C'est lui qui réalise l'aide à la décision. Il aide à établir avec le décideur et les autres acteurs les objectifs, les préférences et les actions potentielles. Il éclaire le décideur des résultats de son travail pour qu'ils soient compris et exploitables.

- Autres acteurs possibles :

- le demandeur de l'étude,
- le négociateur,
- le médiateur,
- l'informateur.

3.2.2. les actions

“L'ensemble des actions, noté A, est l'ensemble des objets, décisions, candidats, ... que l'on va explorer dans le processus de décision. Cet ensemble peut être :

- défini en extension (par énumération de ses éléments) lorsqu'il est fini et suffisamment petit pour que l'énumération soit possible ;
- défini en compréhension (par une propriété caractéristique ou par des contraintes mathématiques) lorsqu'il est infini ou fini mais trop grand pour que l'énumération soit possible” [MAYSTRE et al 1994].

L'aide à la décision a pour objet de faciliter le choix parmi ces actions.

$$A = \{ a_1, a_2, \dots, a_n \}$$

Dans cette thèse, les actions sont représentées au chapitre 6 par les dix systèmes d'AEP à évaluer, figurant dans la monographie et au chapitre 7 par les six variantes du projet d'AEP d'un PCU type.

3.2.3. les critères d'évaluation

Le critère est défini comme étant "l'expression qualitative ou quantitative de points de vue, objectifs, aptitudes ou contraintes relatives au contexte réel, permettant de juger des personnes, des objets ou des événements" [MAYSTRE et al 1994].

Un critère doit traduire une préoccupation, être utile et accepté de tous les décideurs pour le problème posé, et fiable.

L'ensemble des critères j est appelé **famille de critères** et noté F .

$$F = \{ j_1, j_2, \dots, j_m \}$$

L'évaluation de l'action a pour le critère j est $g_j(a)$. A chaque critère est associé une échelle de valeurs (cardinale ou ordinale).

L'agrégation des évaluations permet d'établir une relation de préférence ou de surclassement entre les actions.

- $a_i P a_k$: a_i est préféré à a_k ,
- $a_i I a_k$: a_i est indifférent à a_k , c'est à dire que l'action a_i n'est pas préférée ou ne surclasse pas l'action a_k et inversement.

Mais l'existence d'une relation entre une action a_i et une action a_k n'est pas toujours vérifiée. On dira qu'il y a incomparabilité entre ces actions.

L'ensemble des critères doit répondre à 3 exigences :

- **Exhaustivité** : L'ensemble des facettes du problème doivent être abordées et représentées chacune par un critère.

Si $g_j(a_i) = g_j(a_k)$ pour tout j élément de F , alors $a_i I a_k$

- **Cohérence** : Si l'évaluation de a_i est égale à celle de a_k pour tous les critères sauf le critère e pour lequel a_i est meilleure, alors on peut affirmer que a_i est préféré à a_k .

$g_j(a_i) = g_j(a_k)$, quel que soit $j \neq e$ et $g_e(a_i) > g_e(a_k)$, alors $a_i P a_k$

- **Non redondance**: Une facette du problème ne doit être représentée que par un seul critère. Cependant, cette exigence est rarement respectée de manière stricte dans les évaluations.

Un ensemble F de critères qui répond à ces trois exigences est appelé **une famille cohérente de critères**.

3.3. Les méthodes multicritères élémentaires

3.3.1. la somme pondérée

Cette méthode est la plus simple des méthodes d'agrégation de critères, "la plus élémentaire" [VINCKE 1989]. Elle s'applique lorsque les critères d'évaluation peuvent se compenser, c'est-à-dire que le déficit dû à certains critères est compensé par l'excédent dû à d'autres.

$a_i P a_k$ ssi $\sum P_j g_j(a_i) > \sum P_j g_j(a_k)$, P_j étant le poids donné au critère j .

Cette méthode est applicable lorsque les critères sont dans la même unité. C'est le cas par exemple des notes d'un élève où la note dans la matière 1 peut compenser ou être compensée par celle de la matière 2.

On peut cependant appliquer la somme pondérée dans des cas où les critères sont de natures différentes, mais en appliquant aux critères à convertir des taux de substitution pour les ramener dans la même unité.

Cette méthode n'est pas applicable dans notre cas car on ne peut pas exprimer la valeur globale d'un système d'AEP dans une unité de mesure.

3.3.2. la méthode lexicographique

Cette méthode suppose une hiérarchie entre les critères.

Une action a_i est préférée à une action a_k lorsqu'elle l'est pour les m premiers critères considérés comme les plus importants. On négligera l'évaluation suivant les $(n-m)$ critères considérés comme peu importants, m pouvant être de rang 1 [VINCKE 1989].

$a_i P a_k$ ssi il existe un critère e / $g_e(a_i) > g_e(a_k)$ et si $g_j(a_i) = g_j(a_k)$ pour tout j plus important que e .

Ce qui revient à dire que même si a_i est préféré à a_k pour tous les critères moins importants que e , la préférence globale de a_i à a_k n'est pas retenue à cause de la non satisfaction du critère e .

Cette méthode ne convient pas à la problématique de la présente thèse car les critères retenus ne sont pas hiérarchisés.

3.3.3. la somme des rangs

On donne à chaque action et pour chaque critère la valeur correspondant à son rang dans le classement des actions.

$$g_j(a_i) = (n + 1) - r_j(a_i) , \text{ avec :}$$

n : le nombre total d'actions

$r_j(a_i)$: le nombre représentant le rang de l'action a_i pour le critère j .

Le rang final de l'action est obtenu en sommant les rangs partiels par critère.

$$a_i P a_k \text{ ssi } \sum r_j(a_i) < \sum r_j(a_k)$$

On peut aussi affecter des poids aux critères.

$$a_i P a_k \text{ ssi } \sum_j \frac{1}{P_j} r_j(a_i) = \sum_j \frac{1}{P_j} r_j(a_k)$$

3.3.4. la règle de la majorité

C'est le cas dans les élections :

$$a_i \succ a_k \text{ ssi } \sum g_j(a_i) \succ \sum g_j(a_k)$$

Mais la relation n'est pas transitive lorsqu'on passe de 4 candidats à 3 ou à 2 car les reports de voix ne sont pas dans les mêmes proportions (1^{er} et 2^{ème} tours).

La règle de la majorité est considérée comme l'amorce des méthodes de surclassement.

3.3.5. conclusions sur les méthodes multicritère élémentaires

On distingue deux groupes parmi ces méthodes :

- Les méthodes compensatoires de type multiattribut parmi lesquelles on peut citer :
 - la somme pondérée,
 - la somme des rangs.
- Les méthodes de type surclassement parmi lesquelles on peut citer :
 - la méthode lexicographique,
 - la règle de la majorité.

3.4. Les méthodes multicritère classiques

D'une manière générale les spécialistes de l'aide à la décision distinguent les trois grandes familles de méthodes d'aide multicritère à la décision suivantes [VINCKE 1989] :

3.4.1. La théorie de l'utilité multiattribut

Elle est considérée comme d'école américaine où elle est utilisée aussi bien dans des problèmes d'aide à la décision que dans les problèmes d'économie et des finances.

Le décideur essaye de maximiser une fonction analytique U mise au point par l'homme d'étude. Cette fonction agrège tous les points de vue et les contraintes à prendre en compte. La forme analytique de U est additive, multiplicative ou mixte :

- utilité additive : $U(a) = \sum U_j(g_j(a))$
- utilité multiplicative : $U(a) = \prod_{i=1}^n U_j(g_j(a))$

Les U_j représentent l'utilité de l'action a en valeurs réelles, les critères initiaux étant tous transformés dans une même échelle.

Comme exemples courants de l'utilité multiattribut on peut citer la programmation linéaire ou la programmation dynamique d'un phénomène (transport, production d'une usine, gestion de ressources).

La fonction U permet de ranger les actions de la meilleure à la moins bonne. On aboutit ainsi à un préordre complet. La relation est transitive et il n'y a pas d'incomparabilité entre actions.

3.4.2. les méthodes interactives

Elles alternent des étapes de calcul (fournissant des solutions à discuter) et des étapes de dialogue avec les acteurs (fournissant des informations supplémentaires sur les préférences et les contraintes).

- 1^{ère} étape : solution de base,
 - 2^{ème} étape : présentation de la solution de base aux décideurs et discussion,
 - 3^{ème} étape : prise en compte des informations supplémentaires dans le modèle d'analyse, aboutissant à une nouvelle solution à discuter,
- etc.

Le processus est itératif. Le décideur ne fait pas que participer à la définition du problème, mais il contribue aussi et directement à la construction de la solution.

Les méthodes interactives ont par définition, pour objet de trouver une solution de compromis à un problème posé. Le décideur apprend à connaître son problème durant le processus. Ainsi son choix peut évoluer.

Les méthodes interactives font appel à beaucoup de questions (souvent difficiles) au décideur et beaucoup de calculs. Comme on converge vers une solution de compromis, les décisions sont irrévocables.

3.4.3. les méthodes de surclassement

Les méthodes de surclassement conduisent souvent à des résultats moins tranchés que les précédentes. Mais on compense cette faiblesse en introduisant des éléments qui permettent de considérer les préférences établies plus ou moins solides (indices de concordance, indices de discordance, seuils de crédibilité etc).

Ces éléments conduiront à énoncer l'hypothèse " a_i surclasse a_k " si pour la qualité des évaluations de ces deux actions, il y a plus d'arguments que a_i soit au moins aussi bonne que a_k que l'inverse, et qu'il n'existe aucune raison particulière de refuser cette affirmation.

Les méthodes de surclassement sont en général proposées pour des problèmes posés dans un ensemble fini A d'actions. La relation de surclassement obtenue n'est pas forcément complète ni transitive.

Il existe plusieurs méthodes de surclassement parmi lesquelles on peut citer :

- les méthodes ELECTRE,
- les méthodes PROMETHEE,
- la méthode MELCHIOR,
- la méthode ORESTE.

Le choix de la méthode se fait en fonction de la problématique posée (tab 3.4).

Tableau 3.4. Problématique de référence

Problématique	Objectif	Résultat	Procédure
α	Choix d'un sous-ensemble contenant les actions les "meilleures" ou "satisfaisantes"	Choix	Sélection
β	Tri par affectation des actions à des catégories définies	Tri	Affectation
γ	Rangement de classes d'équivalence composées d'actions, ces classes étant ordonnées de façon complète ou partielle	Rangement	Classement
δ	Description dans un langage approprié, des actions et de leurs conséquences	Description	Cognition

Nous nous limitons dans cette thèse aux méthodes ELECTRE, objet de plusieurs thèmes de recherche à l'Institut de génie de l'environnement de l'EPFL où est préparée cette thèse.

Le lecteur intéressé par les autres méthodes de surclassement peut consulter les références bibliographiques [MAYSTRE et al 1994 ; ROY et VINCKE 1980 ; ROY 1981].

3.5. Les méthodes ELECTRE

"ELECTRE désigne ELimination et Choix TRaduisant la réalité" [MAYSTRE et al 1994].

Il existe six méthodes ELECTRE correspondant à diverses approches dans l'évaluation. Il s'agit dans l'ordre chronologique de leur apparition de :

ELECTRE I, II, III, IV, IS, TRI.

Les méthodes ELECTRE appliquées dans cette thèse sont ELECTRE TRI dans le chapitre 6 (voir § 6.1.1) et ELECTRE II dans le chapitre 7 (voir § 7.5.2). Mais nous présentons ci-après de manière assez détaillée ELECTRE I, II et III car ELECTRE TRI suit le même cheminement intellectuel que ELECTRE III, il utilise les mêmes paramètres ; ELECTRE III lui-même fait appel à la démarche intellectuelle de ELECTRE II ; il en est de même de ELECTRE II à ELECTRE I.

Les autres méthodes ELECTRE ne sont présentées que de manière sommaire. Le lecteur intéressé par leur développement peut consulter la référence bibliographique [MAYSTRE et al 1994].

3.5.1. ELECTRE I

• La problématique : Sa démarche correspond à la problématique α , c'est-à-dire la sélection de la meilleure action (tab 3.4). Mais on aboutit plutôt à une partition de l'ensemble A des actions en deux sous-ensembles :

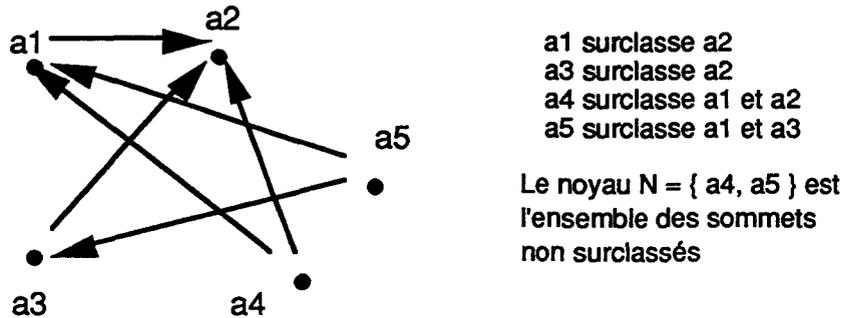
- le sous-ensemble N, le noyau comportant les actions les meilleures (qui ne sont surclassées par aucune autre action),
- le sous-ensemble $M = A/N$, complémentaire de N dans A.

Les éléments de N sont incomparables entre eux. La ou les "meilleures actions" en font partie.

Chaque élément de M est surclassé par au moins un élément de N.

$$a_k \in M \Rightarrow \exists a_i \in N / a_i S a_k$$

Figure 3.5 Exemple d'un graphe de surclassement ELECTRE I



Il existe 2 niveaux de test de l'hypothèse du surclassement de a_k par a_i :

- le test de concordance,
- le test de non discordance.

• Concordance de l'hypothèse de surclassement : On établit d'abord une matrice d'évaluation des actions pour chaque critère (tab 3.6) puis la matrice carrée de concordance du surclassement entre actions (tab 3.7).

$C(i,k)$ est l'indice de concordance de l'hypothèse de surclassement de a_i sur a_k .

$$C(i,k) = \frac{1}{P} \sum_{g_j(a_i) \geq g_j(a_k)} P_j \quad \text{avec :}$$

$$P = \sum_{j=1}^n P_j \quad \text{la somme des poids des critères}$$

$$\sum_{g_j(a_i) \geq g_j(a_k)} P_j \quad \text{la somme des poids des critères pour lesquels } a_i P a_k$$

On retient pour l'indice de concordance un seuil minimum C (en général ≥ 0.5) en dessous duquel $C(i,k)$ n'est plus suffisant pour admettre l'hypothèse de surclassement.

a_j S a_k est rejeté si $C(i,k) < C$

• Discordance de l'hypothèse de surclassement : On réalise également un test de non discordance à l'hypothèse de surclassement. On établit pour cela la matrice carrée des indices de discordance $D(i,k)$.

$$D(i,k) = \frac{1}{\delta} \max\{g_j(a_k) - g_j(a_i)\}$$

δ est l'amplitude de l'échelle associée au critère j pour lequel il y a le maximum de désaccord pour le surclassement. Il varie de 0 à 1.

$D(i,k)$ ne doit pas dépasser un seuil de discordance d (en général ≤ 0.5).

• Test de robustesse de la solution : La stabilité de la solution de base est testée en faisant varier certains paramètres, par exemple les seuils de concordance et de discordance ou les poids des critères.

Tableau 3.6 Matrice des évaluations

ACTIONS	CRITERES				
	j1	j2	.	.	jk
a1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	.	.	$g_k(a_1)$
a2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	.	.	$g_k(a_2)$
.
.
a _n	$g_1(a_n)$	$g_2(a_n)$	.	.	$g_k(a_n)$

Tableau 3.7 Matrice des concordances

	a1	a2	a3	.	a _n
a1	-	$C_{1,2}$	$C_{1,3}$	.	$C_{1,n}$
a2	$C_{2,1}$	-	$C_{2,3}$	.	$C_{2,n}$
.
.
a _n	$C_{n,1}$	$C_{n,2}$	$C_{n,3}$	.	-

3.5.2. ELECTRE II

• La problématique : La logique de ELECTRE II correspond à la problématique γ (voir tab 3.4). Il s'agit de classer les actions de la meilleure à la moins bonne. On obtient un préordre total des actions. C'est donc la valeur relative de l'action par rapport aux autres qui compte et non sa valeur intrinsèque.

- un préordre est une relation de surclassement réflexive, transitive et pour laquelle les ex-aequo sont admis

$$a_i S a_i ; \quad a_i S a_k ; a_k S a_l \Rightarrow a_i S a_l$$

- un ordre est un préordre antisymétrique, n'admettant pas d'ex-aequo

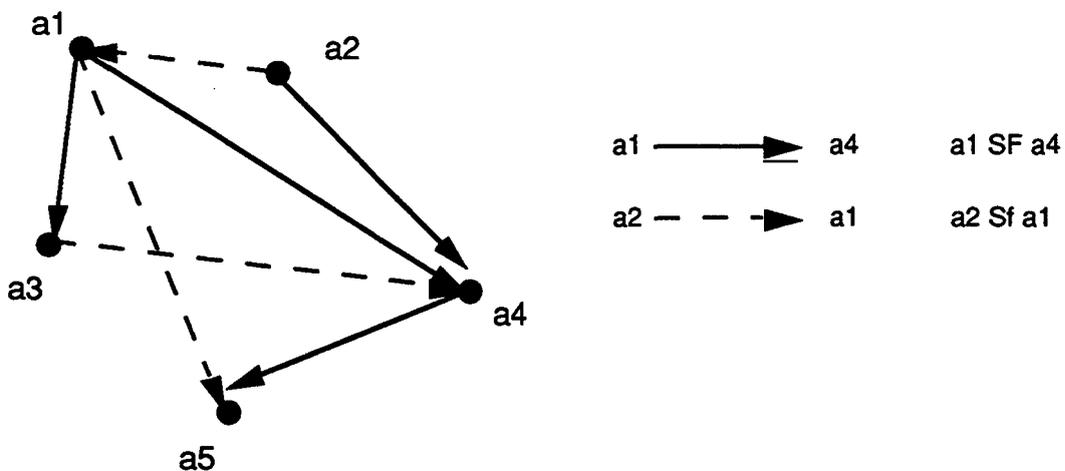
$$\text{Si } a_j \neq a_k \text{ et } a_j S a_k, \text{ alors } a_k \text{ non } S a_j$$

- un préordre total est un préordre dans lequel tous les éléments sont comparables,
- un préordre partiel accepte l'incomparabilité entre éléments.

Le surclassement dans ELECTRE II se fait à deux niveaux de certitude donnant lieu chacun à un graphe :

- le graphe de surclassement fort où les résultats sont sûrs (SF),
- le graphe de surclassement faible où les résultats sont mitigés (Sf).

Figure 3.8 Exemple d'un graphe de surclassement ELECTRE II



2 préordres totaux sont établis :

- le préordre total V1 est établi par classement direct, où les actions sommets sont classées en fonction de la longueur des chemins qui y aboutissent, c'est-à-dire le nombre d'arcs (classement de la moins bonne à la meilleure),
- le préordre V2 est établi par classement inverse, où les actions sommets sont classées en fonction de la longueur des chemins qui en sont issus (classement de la meilleure à la moins bonne).

Les 2 classements sont faits à partir du surclassement fort, le surclassement faible n'intervenant que pour départager les ex-aequo.

Un troisième préordre est enfin établi : le préordre médian correspondant à la moyenne des 2 précédents.

Comme dans ELECTRE I, on teste ici aussi la concordance et la non discordance de l'hypothèse de surclassement.

• Concordance : L'indice de concordance est le même que celui de ELECTRE I. Mais on définit 3 seuils de concordance à comparer à l'indice $C(i,k)$:

- C^+ : pour une concordance forte de l'hypothèse de surclassement :

$$C(i,k) \geq C^+$$

- C^0 : pour une concordance moyenne :

$$C^0 \leq C(i,k) \leq C^+$$

- C^- : pour une concordance faible :

$$C^- \leq C(i,k) \leq C^0$$

Pour accepter le surclassement, on introduit la condition supplémentaire ci-après :

$$\sum P_j(a_i \geq a_k) \geq \sum P_j(a_k \geq a_i)$$

• Non discordance : 2 seuils de discordance sont définis pour chaque critère : $D_2 < D_1$.

- si $g_j(a_k) - g_j(a_i) \leq D_2(j)$, alors la certitude est forte que le critère j n'oppose pas d'obstacle à l'hypothèse de $a_j \succ a_k$.
- si $D_2(j) < g_j(a_k) - g_j(a_i) \leq D_1(j)$, alors la certitude est faible que le critère j n'oppose pas d'obstacle à l'hypothèse de surclassement.

Pour établir les classements, on imbrique les 3 niveaux de concordance et les 2 niveaux de discordance.

• Surclassement fort SF :

- première condition

$$C(i,k) \geq C^+$$

$$g_j(a_k) - g_j(a_i) \leq D_1(j) \forall j \in F$$

$$\sum P_j(a_i \geq a_k) \geq \sum P_j(a_k \geq a_i)$$

- deuxième condition

$$C(i,k) \geq C^0$$

$$g_j(a_k) - g_j(a_i) \leq D_2(j) \forall j \in F$$

$$\sum P_j(a_i \geq a_k) \geq \sum P_j(a_k \geq a_i)$$

- Surclassement faible Sf :

$$C(i,k) \geq C^-$$

$$g_j(a_k) - g_j(a_i) \leq D_1(j) \forall j \in F$$

$$\sum P_j(a_i \geq a_k) \geq \sum P_j(a_k \geq a_i) \setminus$$

La robustesse du résultat de base est enfin testée en faisant varier les paramètres (poids des critères et seuils).

3.5.3. ELECTRE III

- La problématique : ELECTRE III est basé sur la problématique \mathcal{Y} (classer les actions de la meilleure à la moins bonne). Mais on ne parle pas de surclassement fort ou faible, mais de flou dans la relation de surclassement.

L'analyse du surclassement est faite en se basant sur le degré de crédibilité qu'on peut lui accorder.

Deux seuils sont définis :

- le seuil p_j pour la préférence stricte,
- le seuil q_j pour l'indifférence.

Comme les seuils peuvent être une fonction du critère, on dit que ELECTRE III utilise des **pseudo-critères**.

- Seuil d'indifférence q_j :

$$-q_g(a_i) \leq g_j(a_i) - g_j(a_k) \leq q_g(a_k) \Leftrightarrow a_i I a_k$$

q_j est le seuil d'indifférence associé au critère j .

- Seuil de préférence stricte p_j :

$$g_j(a_i) - g_j(a_k) > P_g(a_k) \Leftrightarrow a_i P a_k$$

- Préférence faible Q : ELECTRE III introduit la notion de préférence faible : $a_i Q a_k$ (a_i est faiblement préférée à a_k) :

$$q_g(a_k) < g_j(a_i) - g_j(a_k) \leq P_g(a_k) \Leftrightarrow a_i Q a_k$$

- Indices de concordance : Il y a un indice de concordance par critère $C_j(a_i, a_k)$ et un indice de concordance globale $C(i, k)$.

$$C_j(a_i, a_k) = 1 \Leftrightarrow g_j(a_k) \leq g_j(a_i) + q_j$$

$$0 < C_j(a_i, a_k) < 1 \Leftrightarrow g_j(a_i) + q_j < g_j(a_k) \leq g_j(a_i) + P_j$$

$$C_j(a_i, a_k) = 0 \Leftrightarrow g_j(a_k) > g_j(a_i) + P_j$$

$$C_{ik} = \sum_{j=1}^m \frac{P_j \cdot C_j(a_i, a_k)}{P} ; \text{ avec } P = \text{somme des } P_j.$$

La valeur de $C_j(a_i, a_k)$ entre les extrêmes 1 et 0 se trouve par interpolation linéaire.

- Indice de discordance par critère $d_j(a_i, a_k)$: Il est le même que dans ELECTRE II. Mais ici la discordance se définit par rapport à un seuil de veto V_j choisi.

$$d_j(a_i, a_k) = 1 \Leftrightarrow g_j(a_k) > g_j(a_i) + V_j$$

$$0 \leq d_j(a_i, a_k) < 1 \Leftrightarrow g_j(a_i) + P_j < g_j(a_k) \leq g_j(a_i) + V_j$$

$$d_j(a_i, a_k) = 0 \Leftrightarrow g_j(a_k) \leq g_j(a_i) + P_j$$

La valeur de $d_j(a_i, a_k)$ entre les 2 extrêmes se trouve par interpolation linéaire entre 0 et 1.

- Relation de surclassement flou : A la relation de surclassement est associé un indice appelé **degré de crédibilité** δ_{ik} .

$$\delta_{ik} = C_{ik} \prod_{j \in F} \frac{1 - d_j(a_i, a_k)}{1 - C_{ik}} \text{ avec } \bar{F} = \{j \in F / d_j(a_i, a_k) > C_{ik}\}$$

$$\text{Si } C_{ik} = 1 \Leftrightarrow \delta_{ik} = 1, \text{ et } d_j(a_i, a_k) = 0, \forall j \in F$$

- Seuil de discrimination $S(\lambda)$: On pose $\lambda = \delta_{ik}$ et $\eta = \lambda - \delta_{mn}$ et on définit un seuil de discrimination $S(\lambda)$, entre les surclassements.

Si $\eta > S(\lambda)$, alors on peut affirmer que a_i S a_k est plus crédible que a_m S a_n .

L'analyse se termine par des tests de robustesse de la solution de base en faisant varier les paramètres notamment les seuils de discrimination, le poids des critères etc.

ELECTRE III est une méthode moins appliquée que les deux précédentes parceque c'est une méthode qui fait appel à un trop grand nombre de paramètres et à cause de son caractère sophistiqué.

3.5.4. ELECTRE IV

La méthode relève aussi de la problématique γ (classement des actions de la meilleure à la moins bonne).

Comme ELECTRE III, on utilise des pseudo-critères. Mais ceux-ci ne sont pas affectés de poids.

On ne pose pas au préalable une hypothèse de surclassement entre actions, mais les actions sont comparées deux à deux. Il n'y a donc pas de concordance ou de discordance à analyser.

Chaque action est située par rapport aux autres selon des cas de figures particulières. Des règles simples utilisant le nombre de fois qu'apparaît un cas de figure, permettent d'établir les relations de surclassement.

Le surclassement est réalisé

- soit avec 2 niveaux de crédibilité : surclassement fort (SF) et surclassement faible (Sf),
- soit avec 4 niveaux de crédibilité : quasi-dominance, dominance canonique, pseudo-dominance, véto-dominance.

3.6.5. ELECTRE IS

La méthode est conçue pour la problématique α (recherche de la meilleure solution).

• Elle comporte des ressemblances avec ELECTRE III pour les paramètres suivants :

- indices de concordance par critère,
- indice de concordance globale,
- indices de discordance par critère.

Mais les indices de discordance sont de type binaire (0,1) :

$$D(a_i, a_k) = 0 \text{ si } d_j(a_i, a_k) = 0 \forall j; \text{ si non } D(a_i, a_k) = 1$$

• Elle comporte des ressemblances avec ELECTRE I dans l'analyse qui consiste à chercher le noyau N des actions non surclassées.

ELECTRE IS introduit une analyse du taux de cohésion interne des circuits et du taux de liaison externe des circuits avec les autres actions.

3.5.6. ELECTRE TRI

C'est la seule méthode ELECTRE basée sur la problématique β (voir tab 3.4). Elle suit le cheminement de ELECTRE III jusqu'aux degrés de crédibilité. Elle utilise aussi des pseudo-critères. Les actions ne sont pas comparées par paire mais par rapport à des actions de référence b^x . On en choisit au moins deux :

- l'une correspondant à une action modèle,
- l'autre correspondant à une action moyenne.

Les actions sont ainsi rangées dans des catégories délimitées par ces actions de référence.

A partir du degré de crédibilité ELECTRE TRI introduit un nouveau paramètre compris entre 0 et 1 : le seuil de coupe λ auquel est comparé le degré de crédibilité du surclassement δ .

$$\text{Si } \delta(a_i, b^x) \geq \lambda \text{ et } \delta(b^x, a_i) \geq \lambda, \text{ alors } a_i \text{ I } b^x$$

$$\text{Si } \delta(a_i, b^x) \geq \lambda \text{ et } \delta(b^x, a_i) < \lambda, \text{ alors } a_i \text{ P } b^x$$

CHAPITRE 4 ANALYSE CRITIQUE DES DONNEES DE BASE DES PROJETS D'AEP

4.1. Données démographiques

4.1.1. les recensements de populations

Les recensements généraux de populations effectués au niveau national par des services de l'Etat sont généralement les seuls en Afrique. Ces recensements sont souvent réalisés en vue d'élections générales dans le pays. Ils sont rares et leurs résultats sont souvent considérés comme peu précis par les bureaux d'ingénieurs conseils.

Tableau 4.1 Nombre de recensements généraux de population de 1960 à 1992 dans quelques pays d'Afrique de l'ouest

Pays	Burkina Faso	Côte d'Ivoire	Mali	Niger
Nombre de recensements	2	3	3	2

4.1.2. les enquêtes statistiques

Les enquêtes démographiques sont menées lorsqu'on désire avoir une idée sur des caractéristiques bien définies de la population (pyramides des âges, taux de fécondité, taux de prévalence pour une maladie etc). Pour cela on effectue des enquêtes par sondage.

Mais on peut aussi estimer de manière très approximative la population d'une ville par sondage.

L'opération consiste à délimiter sur le périmètre urbain une ou plusieurs unités de superficie sur lesquelles on effectue un recensement complet des populations. On déduit ensuite la densité de population de ces unités qu'on extrapole sur la totalité de la superficie urbaine.

Dans certains cas, l'enquête consiste à recenser le nombre de concessions qui est ensuite multiplié par la taille moyenne d'une concession. Celle-ci est d'environ 13 personnes en zone urbaine et 14 en zone rurale au Burkina Faso, selon les résultats du recensement de 1985.

4.1.3. les projections démographiques

Lors des enquêtes pour cette thèse, il s'est avéré pour les PCU enquêtés qu'à l'exception de Dosso au Niger, ni les municipalités, ni les services administratifs locaux de l'Etat ne disposaient de données démographiques sur la localité, autres que les résultats des recensements généraux ou ceux de quelques rares enquêtes statistiques. L'évolution de la population est très peu suivie par les autorités locales ou nationales. Il n'existe pas au niveau local de service chargé de faire des projections démographiques.

Pour les besoins du projet, c'est au bureau d'étude qu'il revient d'effectuer ces projections démographiques. Ce qu'il fait en général avec comme seules données :

- les résultats d'un à deux recensements généraux des populations,
- des estimations des services nationaux de statistiques, souvent jugées par ces derniers eux mêmes, comme peu sûres (voir monographie, deuxième partie).

Les populations futures sont calculées sur la base d'un accroissement annuel de type exponentiel.

4.1.4. la crédibilité des projections démographiques

A cause du manque de données démographiques récentes sur les PCU enquêtés, il n'a pas été possible dans le cadre de cette thèse d'évaluer l'écart entre les valeurs réelles des populations et les projections faites dans les projets.

Mais les cas de Bougouni (fig. 4.4) et de Klouekamé sont édifiants sur le peu de crédibilité qu'on peut accorder à ces projections démographiques.

Le tableau 4.2 propose dans le cadre de cette thèse, une grille d'évaluation du niveau de crédibilité des projections démographiques. Cette grille a été établie à partir de la qualité des données ayant servi aux projections.

Le tableau 4.3 donne l'évaluation de ce niveau de crédibilité pour les projections démographiques faites dans les projets d'AEP des 10 PCU enquêtés.

Il s'en déduit que seul le cas de Dosso semble assez crédible car, en plus du recensement général fait au niveau national par l'Etat en 1977, il y a eu un deuxième recensement fait par la mairie en 1980.

Tableau 4.2 Grille d'attribution d'une crédibilité aux projections démographiques

Données ayant servi aux projections démographiques	Niveau de crédibilité accordé aux projections
• Résultats de 2 ou plusieurs recensements associés à un suivi par les services municipaux ou par les services locaux de l'Etat de l'évolution démographique	Très satisfaisant
• Résultats de 2 ou plusieurs recensements sans autre suivi de l'évolution démographique	Satisfaisant
• Résultat d'un seul recensement associé à des résultats d'enquêtes faites par la municipalité ou par les services de l'Etat	Moyen
• Uniquement des résultats d'enquêtes démographiques faites par les services de l'Etat	Médiocre
• Uniquement à partir d'enquêtes faites par le bureau d'études	Très insuffisant

Tableau 4.3 Niveau de crédibilité des projections démographiques faites dans le projet d'AEP des 10 PCU figurant dans la monographie

Petits centres urbains (PCU)	Désignation du pays	Niveau de crédibilité des projections démographiques
Klouekamé	Benin	Moyen
Boundiali	Côte d'Ivoire	Moyen
Katiola	Côte d'Ivoire	Moyen
Odjenné	Côte d'Ivoire	Moyen
Bougouni	Mali	Moyen
Dosso	Niger	Satisfaisant
Kollo	Niger	Moyen
Bambey	Sénégal	Moyen
Fatick	Sénégal	Moyen
M'Backé	Sénégal	Moyen

• Le cas de Bougouni (Mali)

Le projet de Bougouni est un nouveau système d'AEP faisant partie d'un projet plus global dit "des 5 centres" dont les études ont été réalisées entre 1981 et 1982 (voir monographie).

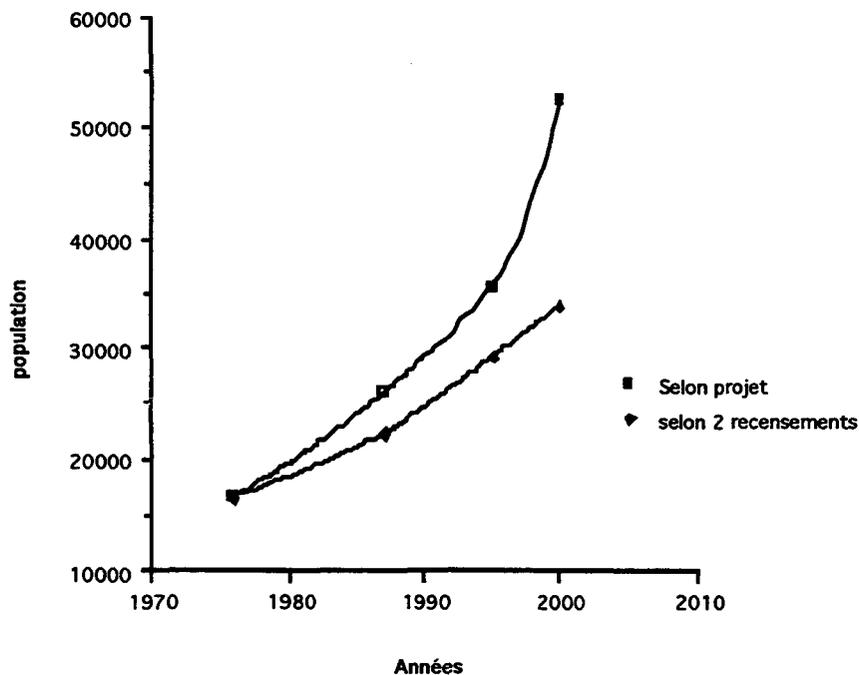
Les données de base ayant servi aux projections démographiques sont :

- les résultats du recensement national de 1976,
- un taux d'accroissement annuel de 4 % tiré d'estimations statistiques sur l'évolution démographique au Mali.

Mais un recensement national réalisé en 1987 donnait pour la ville une population de 22 400 habitants, contre 26 000 habitants selon les estimations du projet. Cette nouvelle valeur de la population correspond à un taux d'accroissement démographique annuel de 3 % par rapport au recensement de 1976.

Ainsi pour l'échéance du projet (an 2005), la population de 52 600 habitants initialement prévue correspond à une surestimation de 38 % par rapport aux 38 100 habitants découlant des tendances du recensement de 1987.

Figure 4.4 Comparaison des évolutions de la population de Bougouni selon le projet et selon les résultats des recensements de 1976 et de 1987



• Le cas de Klouekamé (Benin)

Il s'agit d'un nouveau projet d'AEP faisant partie d'un programme plus global d'AEP de 24 chefs-lieux de district en République du Bénin. Les études ont été réalisées en 1980 (voir monographie).

Les données ayant servi aux projections démographiques sont :

- les résultats d'enquêtes statistiques menées en 1961 par les services du ministère du plan, jugées dans le projet comme peu précises,
- le recensement national de 1979 dont les résultats alors provisoires situaient la population dans une fourchette entre 6 000 et 8 000 habitants.

Pour estimer les populations futures, le bureau d'études a retenu une population de base de 6 000 habitants pour 1979 et un taux d'accroissement démographique annuel de 2.5 %.

Par ailleurs, des données statistiques de la Société béninoise d'électricité et des eaux (SBEE) font ressortir pour Klouekamé une population de 9 970 habitants pour l'année 1979 et un taux d'accroissement démographique annuel de 3.3 %.

Ces deux estimations conduisent à des valeurs de population pour l'horizon an 2000 qui vont respectivement du simple (10 070 habitants) au double (19 580 habitants).

En conclusion, on voit que pour les centres urbains africains, les données démographiques qui constituent la plus importante des données de base d'un projet d'AEP sont très mal saisies voire inconnues, en particulier de la part des responsables locaux et nationaux.

Ceci constitue une incertitude fondamentale dans la conception et la mise en place d'un système d'AEP adéquat.

4.2. Les besoins en eau

4.2.1. les types de consommation d'eau

On distingue selon l'usage trois types de consommations d'eau :

- la consommation domestique,
- la consommation dans les services publics de l'Etat et ceux de la municipalité, encore appelée consommation annexe,
- la consommation des industries, des commerces etc.

4.2.2. les modes de ravitaillement en eau

La faiblesse des moyens financiers des populations africaines est telle que l'acquisition d'un abonnement privé pour se ravitailler en eau n'est pas à la portée de tous les ménages. Ainsi, une importante proportion de la population se ravitaille en eau à partir de fontaines publiques appelées bornes fontaines (fig. 4.5).

Nota : Le terme consacré d'**abonnement** désigne la souscription du client (le ménage ou le service) auprès de la Société d'exploitation d'un contrat pour avoir un branchement privé sur le réseau de conduites. La réalisation de ce branchement peut être gratuite pour le client à l'abonnement (branchement social) ou payant. L'abonné paye ensuite sa consommation d'eau.

L'estimation des besoins en eau domestique est ainsi faite dans les projets en se basant sur une stratification des populations en deux groupes selon le mode présumé de ravitaillement :

- les populations se ravitaillant par **branchement privé (BP)**,
- les populations se ravitaillant aux **bornes fontaines (BF)**.

Le problème se pose alors pour les bureaux d'étude, comme pour les Sociétés d'exploitation de déterminer le taux de population correspondant à chaque mode de ravitaillement.

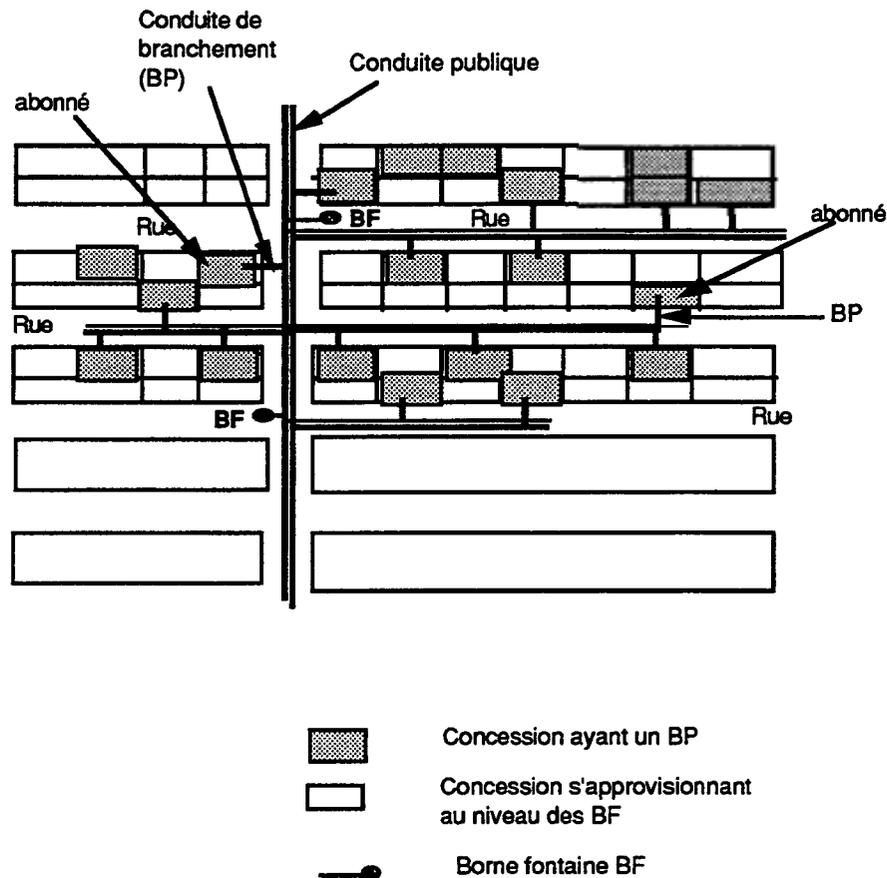
Les BP à usage domestique sont scindés en deux catégories :

- les BP dans les habitations ayant plusieurs points d'eau (évier, WC à chasse, douche etc), où la consommation est en général importante,
- les BP dans les habitations ne comportant qu'un robinet dans la cour, où la consommation est en général peu importante.

Les Sociétés d'exploitation des systèmes d'AEP connaissent pour la plupart le volume consommé suivant le mode de ravitaillement (BP et BF) et suivant le type de consommation (domestique, annexe, industriel etc) mais pas les proportions de population correspondantes.

L'ONEA (Burkina Faso) évalue ces populations en considérant une moyenne de 10 personnes par BP et 500 personnes par BF.

Figure 4.5. Modes de ravitaillement en eau dans les villes d'Afrique



4.2.3. les besoins et consommations spécifiques

- On emploie le terme de **consommation** pour désigner la quantité d'eau réellement consommée dans un système existant et de **besoin** lorsqu'il s'agit d'estimations faites dans un projet.

A cause des difficultés relatives à la connaissance des populations par mode de ravitaillement, la consommation spécifique est généralement évaluée de manière globale pour des systèmes d'AEP existants, c'est-à-dire en tenant compte de l'ensemble des consommations (toutes catégories confondues).

La consommation spécifique globale **Cs** (ou les besoins spécifiques globaux **Bs**) correspond au ratio obtenu en divisant la totalité des consommations (respectivement des besoins) par la population totale.

Bs et **Cs** comprennent donc l'eau domestique, celle des services publics, celles des industries etc.

- **Consommations spécifiques globales dans les PCU enquêtés** : Bien que les projections démographiques faites dans les projets soient considérées comme peu crédibles, elles constituent les seules alternatives devant l'absence d'autres données démographiques sûres sur les PCU enquêtés. Elles ont donc servi ici de base de calcul des consommations spécifiques globales.

Si l'on suppose que ces projections démographiques sont correctes, alors pour la moitié des dix PCU figurant dans la monographie, les besoins spécifiques globaux **Bs** (prévus dans les projets) sont largement supérieurs à la demande réelle, c'est à dire aux consommations spécifiques globales **Cs** (calculées). Le rapport est plus du double pour trois PCU (tab 4.6). Ce qui correspond à un surdimensionnement des installations.

En témoigne en partie, le temps de pompage journalier très court pour certains systèmes d'AEP (tab 4.7 et fig. 4.8).

Cependant, l'écart entre les deux valeurs est inférieur ou égal à 10 % pour cinq des dix PCU.

Sur les dix PCU de la monographie, la moyenne des consommations spécifiques globales (Cs) est d'environ 34 l/j.habitant contre une moyenne de 45 l/j.habitant pour les besoins spécifiques globaux (Bs) estimés dans les projets (tab 4.6).

Cependant, il faut se rendre compte que dans cette évaluation, certaines situations mal maîtrisées n'ont pas été prises en compte. Ce sont des situations qui limitent généralement les consommations d'eau du réseau. Il s'agit notamment :

- de l'existence dans certaines villes de quartiers non desservis par le réseau de conduites (voir section 5.2),
- de l'insuffisance de la capacité de production par rapport à la demande, par exemple les forages de Kollo au Niger et ceux de Pô au Burkina Faso,
- de l'utilisation par certaines populations des puits, rivières etc (voir section 4.4).

Tableau 4.6 Besoins spécifiques globaux estimés dans les projets et consommations spécifiques globales observées dans les 10 PCU (valeurs de 1990)

Désignation du PCU	Besoins spécifiques estimés: Bs en l/j.hab	Consom. spécifiques observées: Cs en l/j.hab	Rapport Bs/Cs
Klouekamé	18	6	3.0
Boundiali	53	26	2.0
Katiola	56	25	2.2
Odjenné	65	42	1.5
Bougouni	32	20	1.6
Dosso	63	54	1.1
Kollo	54	56	0.9
Bambey	33	35	0.9
Fatick	47	46	1.0
M'Backé	30	32	0.9
Moyennes	45	34	

• Consommations spécifiques globales dans d'autres PCU africains (année 1990)

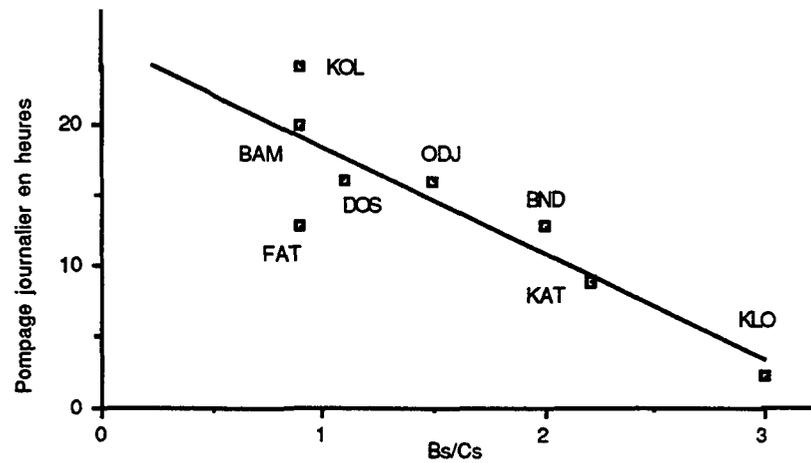
- Banfora 23 l/j.hab
- Pô 17 l/j.hab
- Koulikoro 40 l/j.hab.

Tableau 4.7 Temps de pompage journalier moyen pour les 10 PCU lors des enquêtes sur le site

Système d'AEP	Valeur	Système d'AEP	Valeur
Klouekamé (Klo)	2 h 30 mn	Dosso (DOS)	16 h
Boundiali (BND)	13 h	Kollo (KOL)	24 h
Katiola (KAT)	9 h	Bambey (BAM)	20 h
Odjenné (ODJ)	10 h 30 mn	Fatick (FAT)	13 h
Bougouni (BGN)	NP	M'Backé (MBA)	NP

NP : non précisé

Figure 4.8 Corrélation entre le temps de pompage journalier et le rapport Bs/Cs



4.2.4. la consommation domestique dans quelques ménages ayant un BP à Bambey (Sénégal) et à Odjenné (Côte d'Ivoire)

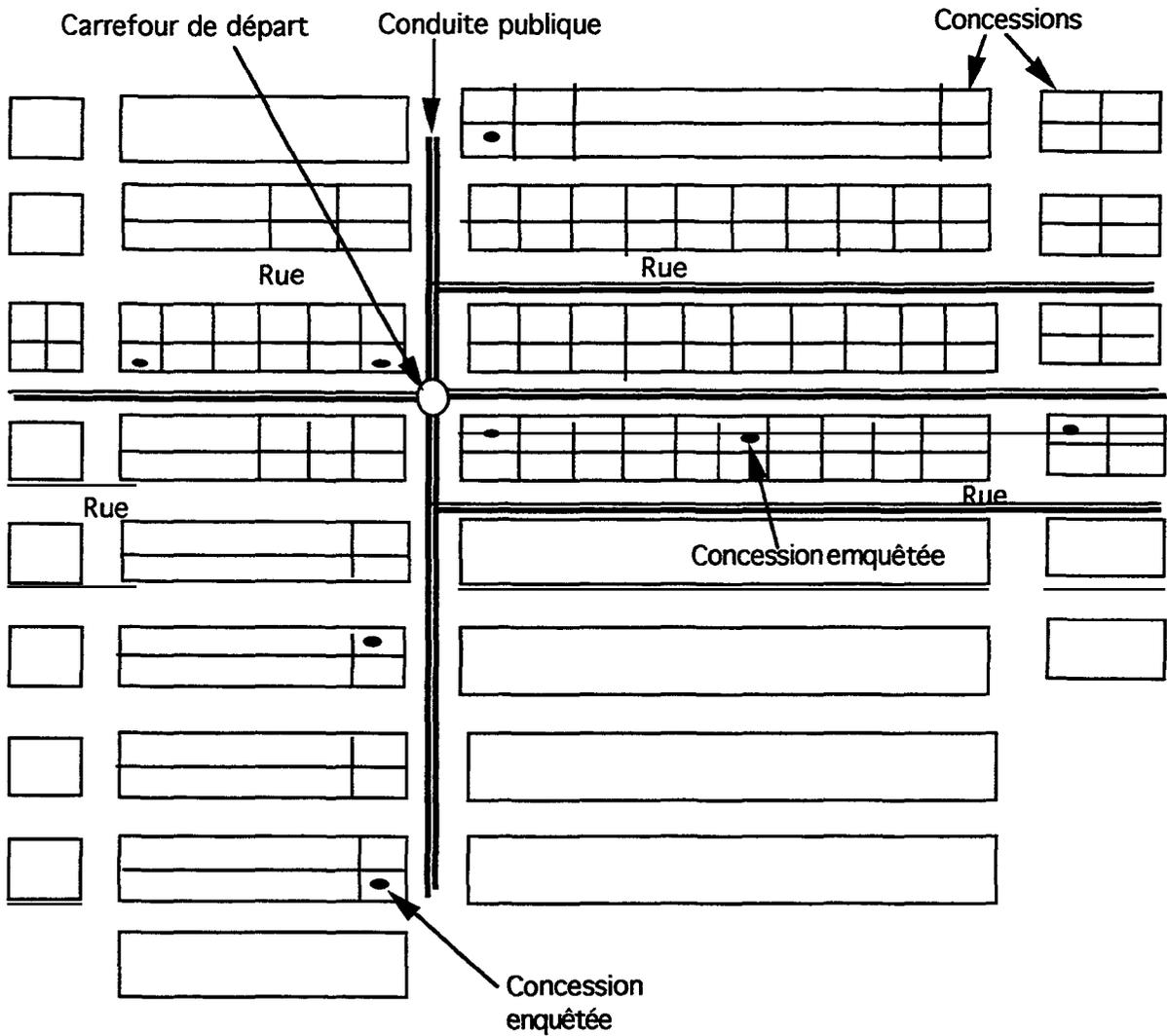
• **Méthodologie** : Les études sont faites par enquête par sondage. Le point de départ a été le carrefour à 4 directions le plus proche du bureau du Centre (représentation locale de la Société d'exploitation), comme l'indique la figure 4.9.

L'enquête a concerné 12 concessions dans chacun des 2 PCU.

A Odjenné, 2 des concessions enquêtées abritent chacune 2 ménages ayant chacun son compteur d'eau. Chacun de ces ménages a été enquêté. C'est pourquoi la taille de l'échantillon y est de 14.

La consommation d'eau est obtenue à partir des factures d'eau de l'année.

Figure 4.9 Procédure par sondages pour l'étude des consommations domestiques par BP



• Résultats des enquêtes :

Tableau 4.10 Consommation d'eau domestique dans quelques ménages ayant un BP à Bambey (enquête réalisée en 1991 sur des valeurs de 1990)

N° d'ordre du ménage (abonné)	Nombre de personnes dans le ménage	Consommation annuelle en m3	Consommation spécif. l/j.hab.
1	11	390	97
2	8	204	70
3	10	246	67
4	10	24	7
5	17	102	17
6	12	120	27
7	14	108	21
8	16	99	17
9	9	112	34
10	4	110	75
11	10	113	31
12	5	112	61
Moyenne inter-ménages et écart type			44 ± 29

Tableau 4.11 Consommation domestique dans quelques ménages ayant un BP à Odjenné (enquête réalisée en 1992 sur des valeurs de 1991)

N° d'ordre du ménage (abonné)	Nombre de personnes dans le ménage	Consommation annuelle en m3	Consommation spécifique l/j.hab
1	35	292	23
2	12	256	59
3	45	512	32
4	18	300	46
5	9	116	35
6	35	456	36
7	15	192	35
8	12	216	59
9	5	115	63
10	12	193	44
11	14	134	27
12	16	187	32
13	11	185	46
14	28	256	25
Moyenne inter-ménages et écart type			40 ± 13

4.2.5. la consommation dans quelques foyers se ravitaillant aux BF à Bambeï

• Méthodologie : L'enquête a été menée au niveau de 2 BF en raison de 4 usagers à la première et 5 à la deuxième. Le volume journalier d'eau est estimé à partir de la nature du récipient utilisé pour le transport de l'eau (le seau de 20 litres ou le fût de 200 litres) et le nombre de voyages journaliers pour le ravitaillement du ménage, déclaré par la personne transportant l'eau.

• Résultats de l'enquête :

Tableau 4.12 Estimation de la consommation en eau du réseau dans quelques ménages s'approvisionnant aux BF à Bambeï (enquête réalisée en janvier 1991)

N° d'ordre du ménage	Nombre de personnes dans le ménage	Volume moyen journalier en litres	Consommation spécifique l/j.hab.
1	11	220	20
2	25	200	8
3	9	140	16
4	15	240	16
5	18	240	13
6	2	20	10
7	10	160	16
8	30	240	8
9	12	140	12
Moyenne inter-ménages et écart type			13±4

Les résultats de ces enquêtes montrent bien la relative faiblesse de la consommation domestique d'eau à partir du réseau d'AEP dans les PCU africains

- 40 l/j.habitant environ pour les BP
- 13 l/j.habitant environ pour les BF.

Il est évident que ces consommations d'eau potable ne correspondent pas à la totalité des consommations d'eau des populations.

On peut donc énoncer que dans les PCU africains, même pour les usagers de l'eau du réseau d'AEP, il existe une différence notable entre les besoins en eau réels qui sont souvent satisfaits par utilisation conjointe d'autres sources généralement insalubres, et la consommation en eau potable correspondant aux résultats de nos enquêtes (voir section 4.4).

4.2.6. la consommation d'eau dans les services publics

Sont considérés comme services publics tous les usagers dont la consommation d'eau est affectée au budget d'un ministère ou d'une municipalité et dont la facture est réglée par le Trésor public.

Ce sont donc les services de l'administration civile ; les camps et les services des forces armées ; les services techniques nationaux, régionaux et locaux; les écoles publiques; les hôpitaux et autres centres de santé; les édifices publics (marchés, terrains de sports) etc.

Il s'agit en principe de la consommation d'eau liée uniquement aux besoins de fonctionnement du service comme dans les toilettes, pour le nettoyage ou pour l'arrosage.

Encore appelées **besoins ou consommations annexes**, on les évalue dans les projets

- soit forfaitairement,
- soit par calculs à partir de la taille du service et en faisant des hypothèses sur les besoins spécifiques.

Cette dernière méthode est la plus couramment suivie dans les projets. Elle est cependant peu précise car la consommation dépend strictement de la nature des équipements du service.

Tableau 4.13 Consommation d'eau dans les services publics dans les dix PCU en % de la consommation totale (année 1990)

Désignation du PCU	Besoins des services publics selon le projet en % du total (1)	Consommation dans les services publics en % du total (2)	Rapport (1)/(2)
Klouekamé	ND*	15	-
Boundiali	13	24	0.5
Katiola	26	20	1.3
Odjenné	31	34	0.9
Bougouni	ND	14	-
Dosso	17	42	0.4
Kollo	23	39	0.6
Bambey	ND	44**	-
Fatick	ND	36	-
M'Backé	ND	44**	-
Moyenne inter-centres et écart type		31% ± 13	-

* ND : non disponible

** Pour Bambey et M'Backé, il s'agit de la valeur moyenne pour l'exploitation régionale de Diourbel dont leurs systèmes d'AEP relèvent.

• Consommations dans les services de l'administration dans d'autres PCU africains en 1990 :

- Banfora, 8 % de la consommation totale
- Pô, 31 % de la consommation totale
- Koulikoro, 52 % de la consommation totale.

• Sur les dix systèmes d'AEP (tab 4.13), la part de l'administration représente en moyenne 31 % des consommations totales d'eau. En général, cette part dépasse très largement les prévisions faites dans le projet (tab 4.13).

Les cas extrêmes de Bougouni et Banfora d'une part et celui de Koulikoro d'autre part sont très représentatifs des situations qu'on peut rencontrer.

• Le faible taux de 14 % de la consommation totale pour les services de l'Etat à Bougouni et celui de 8 % à Banfora s'expliquent par le fait que ce sont des PCU relativement peu dotées en services de l'administration de l'Etat (Bougouni est un chef-lieu de cercle, 2ème niveau dans la hiérarchie administrative au Mali).

La consommation domestique est donc prépondérante dans ces villes par rapport à celle des services de l'Etat.

• Le fort taux de 52 % à Koulikoro s'explique par les faits suivants :

- Koulikoro est un PCU capitale régionale et en même temps chef-lieu de cercle abritant aussi bien des représentations régionales des services de l'Etat que des représentations relevant du cercle, ainsi qu'un camp militaire, une école nationale supérieure avec internat etc
- la desserte par le réseau de conduites de distribution est très bonne dans les quartiers administratifs et industriels ; mais elle est insuffisante dans les quartiers résidentiels centraux et nulle dans certains quartiers périphériques ; ce qui limite la part des consommations domestiques.

Selon le directeur de l'exploitation de la SODECI, la consommation de l'administration représente globalement 30 % de la consommation totale de l'eau desservie par la société en Côte d'Ivoire. C'est approximativement la même valeur qu'on retrouve dans les rapports d'exploitation des autres sociétés d'eau (rapports divers de l'UADE).

Il faut donc considérer que dans la situation actuelle, la part des services de l'administration de l'Etat et de la municipalité représente environ 1/3 des consommations d'eau dans les systèmes d'AEP des PCU en Afrique.

4.3. Variations de la demande en eau

4.3.1. signification et définitions

Afin d'assurer un service d'eau de qualité à tout moment, le dimensionnement des ouvrages d'un système d'AEP et la gestion de leur fonctionnement sont faits en tenant compte des variations cycliques de la demande en eau. Deux types de variations sont pris en compte :

- La variation dans l'année de la demande journalière : Appelée variation journalière, elle est caractérisée par le coefficient de pointe journalière **Cpj**.

$$C_{pj} = B^*/B$$

Avec :

B : la moyenne journalière de la demande en eau de l'année

B* : la demande en eau du jour de pointe.

Le calcul des ouvrages de captage, de pompage et de traitement est fait pour satisfaire à B*.

- La variation dans la journée de la demande horaire : Appelée variation horaire, elle est caractérisée par le coefficient de pointe horaire **Cph**.

$$C_{ph} = Q^*/Q$$

Avec :

Q : la moyenne horaire de la demande en eau du jour de pointe

Q* : la demande en eau à l'heure de pointe.

Le calcul du réseau de conduites de distribution est fait pour satisfaire à Q*.

4.3.2. coefficient de pointe journalière dans les PCU africains

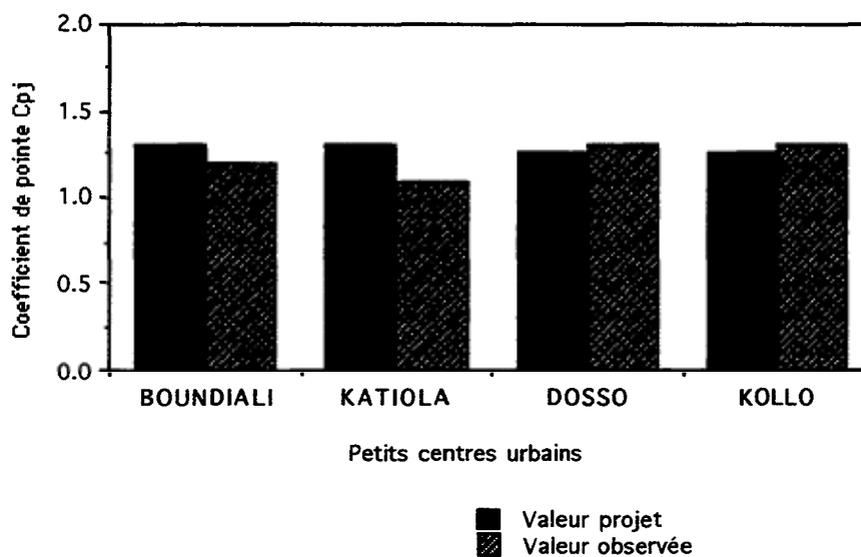
La figure 4.15 montre que pour les quatre projets dont les données disponibles ont permis la comparaison, le coefficient de pointe journalière retenu est proche de la réalité.

On en déduit que pour les petits centres urbains africains, le coefficient de pointe journalière de la demande en eau est de l'ordre de 1.2 à 1.3 (voir aussi tab 4.14).

Tableau 4.14 Coefficients de pointe journalière observés dans quelques petits centres urbains en 1990

Désignation du petit centre urbain	Désignation du pays	Coefficient de pointe journalière Cpj
Banfora	Burkina Faso	1.3
Boundiali	Côte d'Ivoire	1.2
Dosso	Niger	1.3
Gaoua	Burkina Faso	1.2
Katiola	Côte d'Ivoire	1.1
Kollo	Niger	1.3
Orodara	Burkina Faso	1.4
Ouallam	Niger	1.2
Pô	Burkina Faso	1.4
Say	Niger	1.2
Moyenne et écart type		1.26 ± 0.09

Figure 4.15 Comparaison entre coefficients de pointe journalière Cpj prévus dans le projet et observés sur les systèmes en fonctionnement, pour l'année 1990



4.3.3. coefficient de pointe horaire dans les PCU africains

Bien plus que le coefficient de pointe journalière, l'adéquation du coefficient de pointe horaire **C_{ph}** revêt un caractère important dans un projet d'AEP, car le réseau de conduites compte parfois pour plus de 50 % des coûts d'investissement (voir monographie).

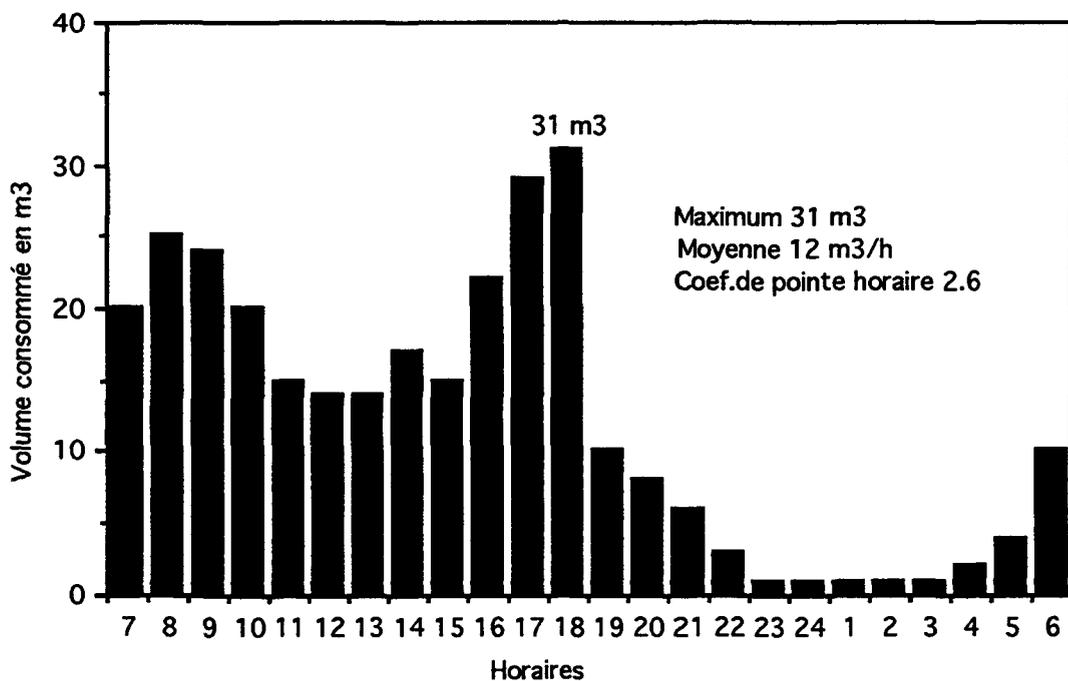
Malheureusement, à l'exception du système d'AEP de Pô (Burkina Faso) dont l'étude de la variation horaire de la demande en eau pour la journée du 01 au 02 décembre 1992 a donné un coefficient de pointe horaire de 2.6 (fig. 4.16), les systèmes d'AEP étudiés n'étaient pas équipés en compteurs d'eau en sortie des châteaux d'eau. Seules les sorties de station de pompage en sont équipées.

Il n'a donc pas été possible d'observer la variation horaire de la demande en eau dans ces PCU.

La figure 4.16 montre qu'il existe deux périodes de pointe quasi-égales dans la demande en eau.

- la période allant de 7 heures à 9 heures
- la période allant de 17 heures à 18 heures.

Figure 4.16 Variation horaire de la consommation d'eau dans le système d'AEP de la ville de Pô au Burkina Faso : journée du 01 au 02 décembre 1992



Dans le cadre de leur mémoire de fin d'études à l'École Inter-Etats d'ingénieurs de Ougadougou, Tsogbé et Tchipoka ont réalisé en 1987 une étude sur la variation de la demande en eau dans 3 villes moyennes du Burkina Faso : Koudougou, Dédougou et Boromo (tab 4.17).

Tableau 4.17 Coefficient de pointe horaire dans quelques villes du Burkina Faso (extrait du mémoire de fin d'études à l'EIER 1987 de MM. Tsogbé et Tchipoka)

villes	Koudougou	Dédougou	Boromo
Population	55 000	10 600	7 700
Coefficient de pointe horaire Cph	2.1	2.3	3.1

D'une manière générale, on peut considérer que le coefficient de pointe horaire de la demande en eau dans les PCU africains se situe entre 2 et 3.

Tableau 4.18. Coefficients de pointe adoptés dans les projets des dix PCU étudiés

Petits centres urbains	Coefficient de pointe journalière Cpj	Coefficient de pointe horaire Cph
Klouekamé	1.25	1.8
Boundiali	1.30	1.9
Katiola	1.30	1.8
Odjenné	1.25	1.9
Bougouni	ND*	ND*
Dosso	1.25	1.9
Kollo	1.20	2.4
Bambey	1.30	2.3
Fatick	1.30	2.3
M'Backé	1.30	2.3

ND* : non disponible

Nota : Les bureaux d'études ont pour habitude de chercher une relation entre Cpj et taille de la localité. Il en est de même pour Cph.

En effet, il est admis que les coefficients de pointe journalière et horaire de la demande en eau varient en fonctions inverses de la taille de la localité et de la diversité de ses activités socio-économiques, à cause d'un effet de laminage des pointes. Mais nos valeurs (tab 4.14) ne permettent pas une quelconque vérification de ces corrélations.

4.4. Utilisation du service de l'AEP par les populations

4.4.1. les populations face au système d'AEP

Contrairement aux pays industrialisés, certaines populations d'Afrique bien qu'habitant dans une localité équipée en système d'AEP ne l'utilisent que peu ou pas pour se ravitailler en eau à cause

- du coût élevé de l'eau
- d'un manque de volonté de payer pour un service d'eau dont le plus souvent elles n'appréhendent pas tous les bénéfices au niveau de la santé
- de la possibilité qu'elles ont d'utiliser d'autres ressources, insalubres mais qui ne leurs coûtent pas d'argent comme les rivières, les mares, les puits.

Les enquêtes sur le terrain ont permis d'identifier pour les villes d'Afrique trois groupes de populations selon leur comportement devant le système d'AEP.

- *Groupe 1* : populations se ravitaillant en eau uniquement à partir du réseau de distribution d'eau potable.
- *Groupe 2* : populations se ravitaillant aussi bien à partir du réseau qu'à partir des ressources alternatives comme les puits, les rivières et les mares.
- *Groupe 3* : populations ne se ravitaillant qu'à partir des ressources alternatives, essentiellement pour des raisons économiques.

On a cependant pour habitude de concevoir le projet d'AEP en considérant que la totalité des besoins en eau de la localité (domestiques, industriels etc) doivent être satisfaits à partir du réseau.

4.4.2. le cas de la ville de Fada N'Gourma (Burkina Faso)

- Conditions de l'enquête : L'enquête a été réalisée à Fada N'Gourma en avril 1994 par des étudiants de l'EIER en Génie Sanitaire.

La taille de l'échantillon est de 384 unités. L'unité statistique correspond à la concession (parcelle d'habitation) qui, en général, correspond au ménage dans les PCU en Afrique de l'ouest.

L'échantillonnage a été réalisé sur deux zones d'étendue superficielle quasi-égale :

- pour la zone couverte par le réseau de conduites, 186 unités statistiques
- pour la zone non couverte par le réseau de conduites, 198 unités statistiques

La réponse au questionnaire est donnée par le père, la mère ou tout autre membre responsable dans la famille. Les réponses sont notées sur place par les enquêteurs.

• Résultats :

- environ 40% des ménages utilisent aussi bien l'eau du système d'AEP que celle des ressources d'eau traditionnelles et ceci, même en zone couverte par le réseau de conduites de distribution ; les raisons évoquées sont d'ordre financier pour un tiers d'entre eux et à cause des nombreuses interruptions de la distribution d'eau pour deux tiers (tab 4.19, fig. 4.20)
- un tiers des ménages ne s'approvisionnent en eau qu'à partir des ressources traditionnelles (pour raison financière pour la totalité d'entre eux)
- 6.6 % seulement des ménages de la zone couverte par le réseau de conduites disposent d'un BP ; c'est donc essentiellement à partir des BF que se fait le ravitaillement en eau du réseau d'AEP.
- la plupart des ménages ayant un BP ne dispose pour seul point d'eau que d'un robinet de puisage dans la cour.

Tableau 4.19 Taux de ménages utilisant l'eau du système d'AEP et celles des ressources alternatives à Fada N'Gourma au Burkina Faso (enquête réalisée en avril 1994)

Echantillons	Utilisation de l'eau du réseau seulement	Utilisation du réseau et des puits ou barrage*	Utilisation des puits ou barrage seulement	Total
Echantillon total (384 ménages)	23%	42%	35%	100%
Zone couverte par le réseau (186)	35%	37%	28%	100%
Zone non couverte par le réseau (198)	11%	49%	40%	100%

* le barrage désigne une retenue d'eaux pluviales réalisée dans la zone urbaine

4.4.3. le cas de Bambey

L'enquête porte sur 21 ménages. Elle a été réalisée lors des enquêtes de terrain pour cette thèse. Les résultats suivants sont obtenus :

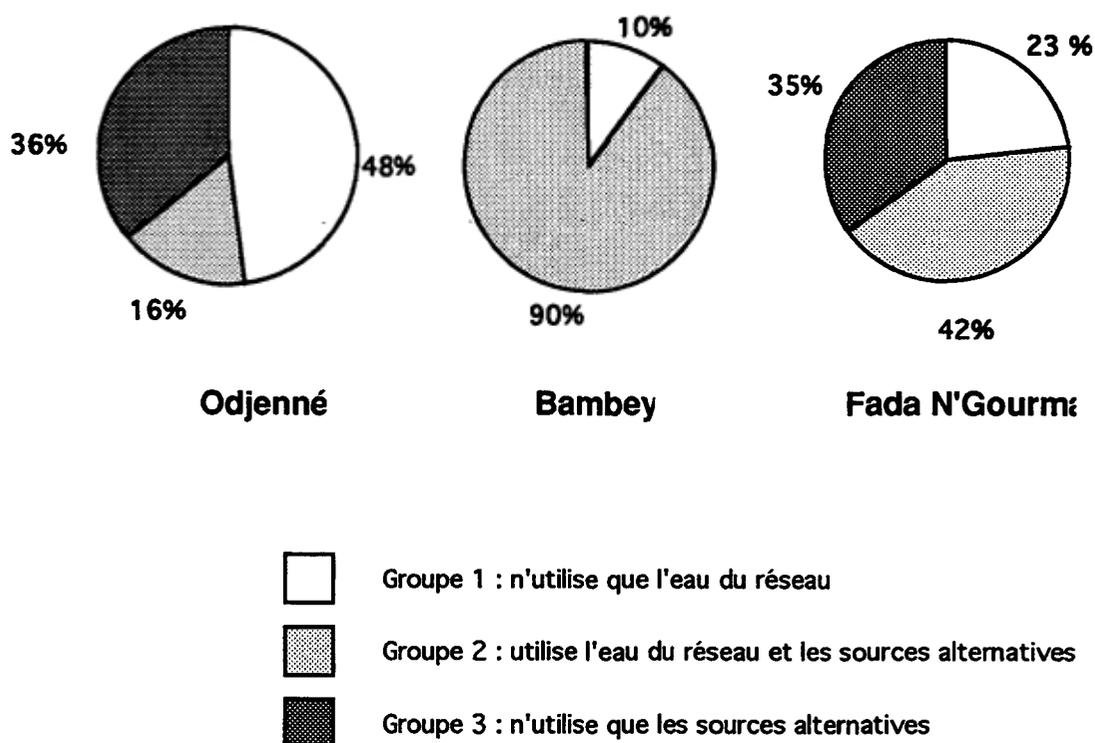
- 100 % des ménages enquêtés déclarent utiliser l'eau du réseau d'AEP
- 12 ménages (57 %) disposent de BP et 9 (43 %) se ravitaillent aux BF
- 19 des 21 ménages (90%) déclarent utiliser aussi de l'eau de puits achetée avec des revendeurs (fig. 4.20) ; la raison évoquée étant la trop grande salinité de l'eau du réseau pour la boisson ; c'est donc seulement 10 % des ménages qui s'approvisionnent au réseau seulement
- 9 des 12 ménages ayant un BP soit 43 % des enquêtés n'ont qu'un robinet de puisage dans la cour.

4.4.4. le cas de Odjenné (Côte d'Ivoire)

L'enquête porte sur 25 ménages. Elle a été réalisée lors des enquêtes pour la thèse. Il n'y avait pas de service de distribution d'eau par BF à Odjenné. Les principaux résultats sont :

- 14 ménages sur les 25 enquêtés (64%) utilisent l'eau du réseau. Les 9 autres (36 %) déclarent s'approvisionner en eau uniquement aux puits (fig. 4.20), à cause sans doute de l'absence de service par BF
- 4 ménages sur les 25, soit 16 % déclarent utiliser aussi bien l'eau du réseau que l'eau de puits, pour des raisons financières ; c'est donc seulement 48 % des ménages qui s'approvisionnent au réseau seulement
- parmi les 14 ménages ayant un BP, 10 soit 40 % des enquêtés n'ont qu'un robinet de puisage dans la cour.

Figure 4.20 Sources de ravitaillement en eau des ménages dans 3 PCU africains



4.4.5. conclusions sur l'utilisation du service de l'AEP par la population

Ces enquêtes confirment bien que dans les PCU africains équipés d'un réseau d'eau potable,

- **environ un tiers de la population continue de se passer de cette eau pour des ressources alternatives lorsqu'elles existent (puits, rivières, mares) essentiellement pour des raisons financières**
- **les populations, à des proportions variables utilisent aussi bien l'eau potable du réseau que celle des ressources alternatives.**

En Afrique, plusieurs ménages utilisent l'eau du réseau seulement quand elles n'ont pas d'autres alternatives.

Selon le chef de Centre de Boundiali (monographie, chap.3), plus de un tiers des abonnés demandent la suspension de leur branchement durant la période des pluies où les puits contiennent de l'eau (mai à septembre). Ce qui leur évitera de payer pendant cette période le forfait minimum de 15 m³ d'eau par trimestre imposé aux abonnés.

Même dans les grandes villes, y compris les capitales, plusieurs ménages ayant un BP disposent aussi quand la nappe phréatique le permet, d'un puits dans leur cour, utilisé pour certains de leurs besoins domestiques (Abidjan, Bamako, Dakar, Niamey etc).

Il faut donc se poser la question de savoir pour qui et pour quel objectif projette t-on de réaliser un système d'AEP dans un centre urbain africain.

Dans le contexte économique actuel, le système d'AEP ne profitera certainement jamais à toute la population, à moins que l'accès ne lui soit gratuit. Ce qui n'est plus admis dans les centres urbains.

Le principe de l'eau potable pour tous les habitants d'une localité et pour tous leurs besoins, conformément aux objectifs de l'OMS, ne doit donc plus être retenu sous peine de surdimensionner les ouvrages, de rendre l'eau trop chère et d'encourager le retour aux sources d'eau alternatives.

CHAPITRE 5 ANALYSE DES SYSTEMES D'AEP

5.1. Identification des indicateurs d'analyse

5.1.1. le type d'analyse

L'évaluation est basée sur une analyse technique et socio-économique des systèmes d'AEP. L'analyse est menée dans un objectif global d'identification des incompatibilités avec le contexte des PCU africains. Elle se rapporte

- aux conditions socio-économiques et aux données institutionnelles des systèmes d'AEP
- au processus qui a conduit à leur réalisation
- à leur conception technique
- à leur exploitation-gestion
- à leur efficacité à assurer le service de distribution de l'eau.

5.1.2. le choix des indicateurs d'analyse

On comprendra aisément

- que lorsque l'analyse n'est faite que sur un trop petit nombre d'indicateurs, elle risque de n'être que partielle,
- que la limitation du nombre d'indicateurs rend facile la compréhension et l'exploitation des résultats.

Par ailleurs, pour que l'analyse soit complète, elle doit se faire suivant les préoccupations de chacun des acteurs concernés. Pour ce qui concerne l'AEP des PCU africains, quatre acteurs principaux sont impliqués :

- l'Etat,
- la Société (ou entreprise) chargée de l'exploitation-gestion, encore appelée Société de distribution d'eau,
- la population bénéficiaire,
- le bailleur de fonds.

Les indicateurs d'analyse sont choisis pour répondre à 5 questions jugées fondamentales :

Question n° 1 : *les données techniques de base et les objectifs assignés correspondent-ils aux besoins réels ?*

Question n° 2 : *le service d'AEP est-il accessible aux populations ?*

Question n° 3 : *les populations bénéficiaires utilisent-elles le service de l'AEP mis à leur disposition ?*

Question n° 4 : *quelle est la qualité du service assuré ?*

Question n° 5 : *les conditions d'exploitation-gestion, les conditions socio-économiques sont-elles favorables à la vie et au développement du système?*

Les questions n°1 et n°3 ont été traitées au chapitre 4. Dix indicateurs sont retenus pour répondre aux autres questions.

Tableau 5.1 Tableau des indicateurs d'analyse

N° d'ordre de l'indicateur	Désignation de l'indicateur	Echelle	Acteurs concernés
I ₁	Niveau de desserte (par le réseau) du périmètre urbain	Cardinale	Population
I ₂	Modes de ravitaillement en eau	Cardinale	Population
I ₃	Rendement technique du réseau de distribution	Cardinale	Société d'eau
I ₄	Etat de fonctionnement technique des installations	Descriptive	Société d'eau
I ₅	Niveau d'entretien (moyens et dispositif technique de maintenance)	Ordinale	Société d'eau
I ₆	Prix relatif de l'abonnement pour le ménage	Cardinale	Population
I ₇	Coût minimum relatif de l'eau pour le ménage	Cardinale	Population
I ₈	Indice de recouvrement des coûts à la facturation	Cardinale	Société, Etat Bailleur de fonds
I ₉	Taux de recouvrement des montants facturés	Cardinale	Société, Etat Bailleur de fonds
I ₁₀	Qualité du service de distribution de l'eau	Ordinale	Population, Etat, Société d'eau

5.2. Niveau de desserte du périmètre urbain par le réseau de conduites : indicateur I_1

5.2.1 définition

Cet indicateur traduit en partie l'accessibilité de la population au service de l'eau.

En effet, dans plusieurs PCU africains dotés d'un système d'AEP, le réseau de conduites de distribution ne dessert qu'une partie du périmètre urbain. Ce qui constitue pour les ménages un facteur limitatif pour accéder au service de l'eau, notamment dans l'acquisition d'un BP dans les quartiers non desservis et dans l'accès à une BF à proximité (tab 5.2).

L'indicateur I_1 correspond au niveau de desserte N_d du périmètre urbain par le réseau de conduites.

$$N_d = \frac{\text{superficie.couverte}}{\text{superficie.totale}}$$

Mais lors des enquêtes sur le terrain, on n'a pu trouver pour aucun des PCU un plan cadastral à jour, ni de photo aérienne récente pouvant permettre d'évaluer ces superficies.

Le paramètre N_d est donc évalué à partir d'informations diverses reçues lors des enquêtes sur le terrain. Pour simplifier, la grille d'évaluation a été fractionnée en quatre classes d'égale étendue : 0 à 1/4, 1/4 à 1/2, 1/2 à 3/4, 3/4 à 1. (tab 5.2).

5.2.2. le niveau de desserte du périmètre urbain dans les PCU africains

Pour l'ensemble des PCU enquêtés, les installations d'AEP se limitaient au moment des enquêtes aux réalisations de la première phase. Les travaux d'extension ou de renforcement des phases suivantes n'avaient pas encore été réalisés bien que les délais aient été pour la plupart d'entre eux dépassés (voir monographie).

Mais la situation est encore pire dans les grands centres urbains, à cause de la croissance rapide de leur population, et aussi à cause du développement des bidonvilles autour de ces centres.

Tableau 5.2 Niveau de desserte du périmètre urbain par le réseau de distribution I_1 dans les dix PCU figurant dans la monographie et dans d'autres PCU africains

Petits centres urbains	Indicateur I_1 *	Petits centres urbains	Indicateur I_1 *
Klouekamé	4/4	Bambey	4/4
Boundiali	3/4	Fatick	3/4
Katiola	3/4	M'Backé	4/4
Odjenné	3/4		
Bougouni	3/4	Banfora	3/4
Dosso	3/4	Pô	1/2
Kollo	4/4	Koulikoro	1/2

* valeurs déduites d'observations sur le terrain

Nota : Les sociétés de distribution d'eau membres de l'UADE utilisent comme indicateur le **taux d'équipement**. Celui-ci correspond au ratio du linéaire de conduite par habitant.

Mais cet indicateur ne renseigne pas sur le taux réel de population desservie, car sa valeur dépend de la densité d'habitation.

Ainsi, pour une localité de faible densité (comme on en rencontre dans les zones de savane africaine), le taux d'équipement pourrait être élevé alors que les distances moyennes entre conduites et habitations restent élevées aussi.

5.3. Modes de ravitaillement en eau : indicateur I_2

5.3.1. définition

Dans un système d'AEP, le choix peut être unique ou varié dans le mode de ravitaillement. L'indicateur I_2 correspond au taux d'accès à l'eau T_a c'est-à-dire le taux de population pouvant théoriquement accéder à l'eau du réseau. Il est déterminé à partir des modes (ou alternatives) dont dispose la population pour se ravitailler en eau du réseau. Il est en échelle ordinale.

Les situations possibles dans les PCU africains sont indiquées dans le tableau 5.3. Elles sont basées sur l'hypothèse souvent retenue par les bureaux d'étude selon laquelle, environ 50 % des ménages des PCU africains ne peuvent s'approvisionner en eau par BP, à cause de leurs faibles revenus financiers qui ne leur permettent pas de payer les frais pour obtenir le BP. Ces ménages ne pourront donc se ravitailler qu'aux BF.

Tableau 5.3 Appréciation des alternatives offertes aux populations pour se ravitailler en eau

Modes de ravitaillement	A	B	C
Description des alternatives	BP et BF	BF	BP
Appréciation des alternatives (taux d'accès T_a)	100 % des ménages peuvent accéder à l'eau chacun selon ses moyens	100 % des ménages peuvent accéder à l'eau mais environ 50 % auraient préféré un BP	Au moins 50 % des ménages n'auront pas accès à l'eau
Taux de satisfaction*	1	0.75	0.50

* Le taux de satisfaction n'est qu'indicatif, il n'est pas utilisé par la suite dans la thèse

5.3.2. mode de ravitaillement en eau dans les PCU étudiés

Le mode de ravitaillement en eau est en général le même pour les centres urbains d'un pays. C'est une décision politique prise par l'Etat et exécutée par la Société d'exploitation.

Le tableau 5.4 présente le mode de ravitaillement en eau potable dans les systèmes d'AEP urbains gérés par les Sociétés (nationales) d'eau dans les pays enquêtés.

Parmi les systèmes d'AEP étudiés, seuls ceux de la Côte d'Ivoire (gestion par la SODECI) sont prévus pour assurer une distribution d'eau exclusivement par BP. Ce qui exclut théoriquement, du bénéfice du service de l'eau les ménages n'ayant pu avoir le BP, la législation en Côte d'Ivoire interdisant la revente de l'eau par un tiers.

Tableau 5.4 Mode de ravitaillement en eau dans les centres urbains (indicateur I₂) dans les six pays enquêtés

Pays	Alternatives	Mode de ravitaillement	Indicateur I ₂
Benin	BP + BF	A	1
Burkina Faso	BP + BF	A	1
Côte d'Ivoire	BP	C	0.5
Mali	BP + BF	A	1
Niger	BP + BF	A	1
Sénégal	BP + BF	A	1

Nota : Les scores du tableau 5.4 sont proposés pour les zones desservies par le réseau de conduites.

5.4. Le rendement technique du réseau d'AEP : indicateur I₃

5.4.1. définitions

Il existe une grande diversité dans les termes et les définitions pour désigner les pertes d'eau dans un système d'AEP.

Dans le rapport international n°1 du 18^{ème} congrès de l'AIDE intitulé "Eaux perdues et économie de la détection de fuites" [AIDE 1991], c'est l'expression "eau non comptée" (*unaccounted for-water*) qui a été utilisée pour désigner ces pertes.

L'eau non comptée y est définie comme étant "la différence entre la quantité d'eau fournie à un réseau mesurée à la sortie de la station de pompage, et l'eau réellement consommée pour des besoins légitimes...", (domestiques, commerciaux, industriels etc).

Ce terme de "légitime" intègre donc aux pertes toute consommation d'eau qui échappe au contrôle de la société de distribution, c'est-à-dire qui ne soit pas facturée.

Selon les auteurs du rapport national de l'Allemagne, l'eau non comptée représente "la différence entre la quantité d'eau entrant dans un réseau (la production) et la quantité d'eau facturée y compris l'eau qui a été mesurée mais non payée pour une raison quelconque" (la consommation).

C'est aussi l'approche adoptée par les sociétés membres de l'UADE. Cette notion est retenue dans la présente thèse.

Au Brésil et au Japon on parle de "eau effectivement utilisée" qui inclut aussi bien l'eau comptée que l'eau non comptée, et limite les pertes uniquement aux fuites.

On parle

- soit de rendement technique du réseau R

$$R = \frac{C}{P}$$

avec :

C : la consommation d'eau mesurée chez les usagers

P : la production d'eau mesurée à la sortie du pompage

- soit de taux de pertes du réseau T_p

$$T_p = 1 - R$$

La performance d'un réseau de distribution croit donc avec la valeur de R.

5.4.2. la signification des pertes d'eau

La maîtrise des pertes d'eau constitue pour la plupart des sociétés d'eau un grand défi. La maîtrise de ces pertes conduit à deux avantages principaux:

- la réduction des coûts annuels d'exploitation,
- l'économie résultant du report des investissements et biens d'équipement pour produire et distribuer l'eau en remplacement des pertes.

Mais le contrôle des pertes engendre également des coûts. Dans la plupart des cas ce contrôle se rapporte aux fuites (les plus importantes parmi les pertes d'eau). Parmi les autres formes de pertes on peut citer :

- le sous comptage dû à la défektivité des compteurs d'eau,
- les débordements de châteaux d'eau,
- les pertes dues au lavage de filtres et à l'extraction des boues des décanteurs,
- le nettoyage des rues ou des conduites d'égout (rare dans les pays de l'étude)
- l'eau utilisée par les sapeurs pompiers.

Le coût unitaire (par m^3 d'eau) du contrôle des fuites d'eau est d'autant plus élevé que le taux de fuites est faible.

Selon le rapport national français préparé par la Compagnie Générale des Eaux (CGE) et la Lyonnaise des Eaux pour le 18^{ème} Congrès de l'AIDE [1991], le rendement technique du réseau en dessous duquel une recherche et un contrôle des fuites sont considérés comme économiquement viables en France se situerait aux environs de 80 % (soit un taux de pertes de 20 %).

5.4.3. pertes d'eau dans les réseaux des PCU africains

Bien qu'on puisse considérer les pertes d'eau dans certains des systèmes d'AEP étudiés comme excessives, notamment à M'Backé et à Koulikoro, de manière globale, les pertes d'eau dans les systèmes d'AEP des PCU africains paraissent être à des niveaux économiquement viables. Ces pertes se trouvent dans les mêmes ordres de grandeur que le système d'AEP d'autres villes et pays du reste du monde (tab 5.5, tab 5.6 et fig. 5.7).

Alors que certaines Sociétés d'eau d'Afrique s'équipent en matériel de haute technologie pour la détection des fuites d'eau, la figure 5.7 montre que les pertes d'eau ne semblent pas à leur niveau actuel, constituer un problème réel dans les réseaux des PCU, à cause peut être de la relative jeunesse de ces réseaux.

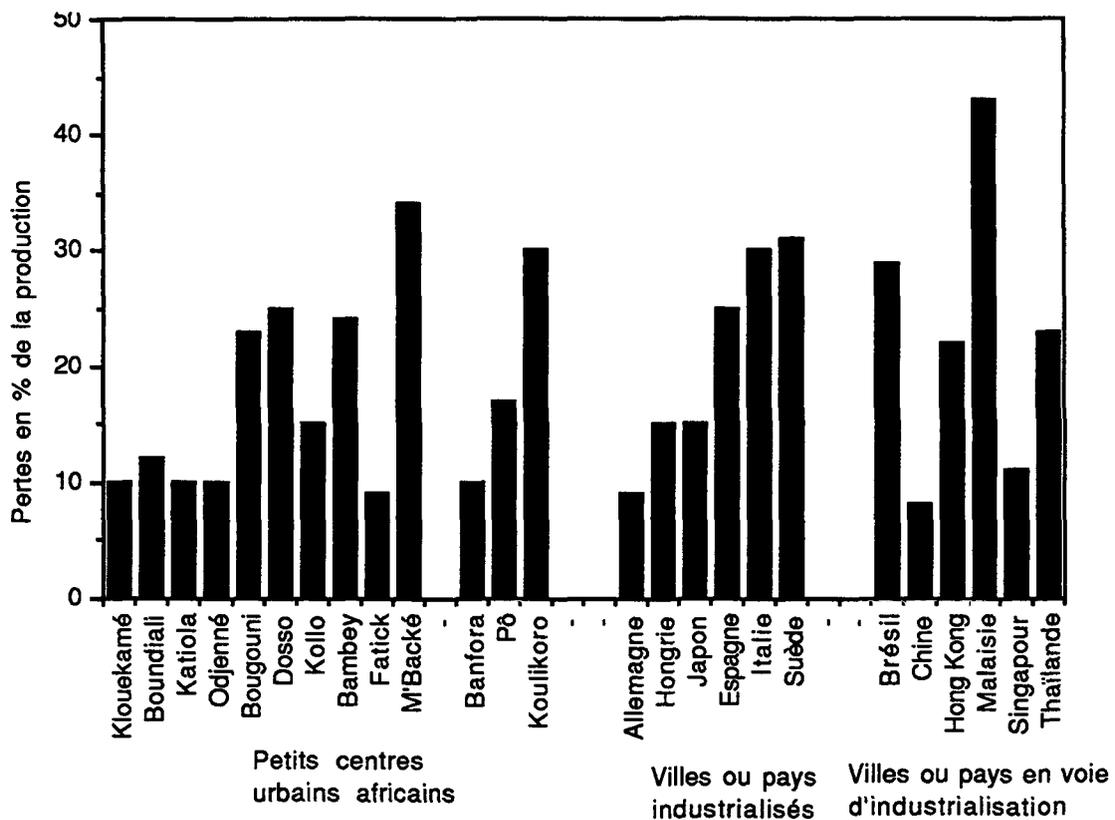
Tableau 5.5. Pertes d'eau dans les dix systèmes d'AEP figurant dans la monographie et dans d'autres PCU africains (année 1990)

Petits centres urbains	Production en milliers de m ³ /an	Consommation en milliers de m ³ /an	I ₃ : taux de pertes en % de la production
Klouekamé	21	19	10
Boundiali	225	198	12
Katiola	389	350	10
Odjenné	458	414	10
Bougouni	242	186	23
Dosso	872	656	25
Kollo	173	146	15
Bambey	266	202	24
Fatick	276	251	9
M'Backé	931	610	34
Banfora	407	366	10
Pô	117	97	17
Koulikoro	590	410	30
Moyenne			18

Tableau 5.6 Pertes d'eau dans le système d'AEP de quelques villes et pays du monde (tirées du rapport international n°1 du 18^{ème} congrès de l'AIDE 1991)

Villes ou pays industrialisés	Taux de pertes en % de la production	Villes ou pays en voie d'industrialisation	Taux de pertes en % de la production
Allemagne	9	Brésil	29
Hongrie	15	Chine	8
Japon	15	Hong Kong	22
Espagne	25	Malaisie	43
Italie	30	Singapour	11
Suède	31	Thaïlande	23
Moyenne	21	Moyenne	23

Figure 5.7 Comparaison entre pertes d'eau dans les systèmes d'AEP des PCU étudiés et dans d'autres villes et pays du monde



5.5. Etat de fonctionnement des installations techniques : indicateur I₄

I₄ représente l'état de fonctionnement des installations tel qu'il est observé au moment de l'enquête. Il est descriptif.

On a observé lors des enquêtes l'une des 2 situations suivantes :

- installations en fonctionnement normal (sans panne apparente),
- installations fonctionnant avec des organes en panne, notamment les pompes doseuses de réactifs.

Le tableau 5.8 établi à partir des observations faites sur le terrain (voir monographie), donne une évaluation de l'indicateur I₄ pour les dix systèmes d'AEP figurant dans la monographie. De manière générale, les installations fonctionnent assez bien.

Tableau 5.8. Etat de fonctionnement des installations d'AEP des dix PCU figurant dans la monographie, lors de la visite

Petits centres urbains	Indicateur I ₄	Petits centres urbains	Indicateur I ₄
Klouekamé	Normal	Dosso	Avec organes en panne
Boundiali	Normal	Kollo	Avec organes en panne
Katiola	Normal	Bambey	Normal
Odjenné	Normal	Fatick	Normal
Bougouni	Normal	M'Backé	Normal

5.6. Le niveau d'entretien des installations : indicateur I₅

L'indicateur I₅ correspond aux moyens et à la politique de maintenance (notamment la maintenance préventive) de la Société d'exploitation, ainsi que la mise en application de cette politique.

Le tableau 5.9 propose une grille d'évaluation en échelle ordinale des niveaux de maintenance rencontrés lors des enquêtes. Le tableau 5.10 donne l'évaluation du niveau d'entretien pour les dix systèmes d'AEP figurant dans la monographie.

Seuls les systèmes d'AEP gérés par la SODECI semblent bénéficier d'une bonne politique de maintenance.

Tableau 5.9 Grille d'évaluation du niveau d'entretien des installations I₅

Niveau de l'entretien I ₅	Très satisfaisant	Satisfaisant	Moyen	Peu satisfaisant	Non satisfaisant
Description de l'entretien	Préventif et correctif bien assurés	Préventif peu assuré, correctif bien assuré	Pas de préventif, correctif bien assuré	Pas de préventif, Correctif assez bien	Pas de préventif, correctif peu assuré
Note sur 5	5	4	3	2	1

Tableau 5.10 Niveau d'entretien des installations d'AEP (indicateur I₅) des dix PCU figurant dans la monographie

Petits centres urbains	Indicateur I ₅ note sur 5	Petits centres urbains	Indicateur I ₅ note sur 5
Klouekamé	3	Dosso	2
Boundiali	5	Kollo	1
Katiola	5	Bambey	4
Odjenné	5	Fatick	4
Bougouni	3	M'Backé	4

Nota :

- en 1990 le Conseil scientifique et technique (CST) de l'UADE a publié à l'intention des membres, un manuel dénommé "plan de maintenance", inspiré de celui de la SODECI
- la SONEES (Sénégal) avait mis au point un plan de maintenance non encore appliqué de manière effective
- l'ONEA (Burkina Faso) était en cours d'élaboration d'un plan de maintenance.

5.7. Le prix relatif de l'abonnement privé : indicateur I₆**5.7.1. définition**

L'indicateur I₆ trouve son intérêt dans le fait que l'investissement initial pour obtenir l'abonnement privé, c'est-à-dire le branchement sur le réseau, peut constituer pour un ménage africain une contrainte à l'accès au service de l'eau.

En effet, la faiblesse des revenus des ménages dans les PCU africains les oblige à vivre au jour le jour et ne leur permet pas d'épargner sur plusieurs années ; ainsi, bien que les frais de l'abonnement ne soient à payer qu'une seule fois, le montant qu'ils représentent et l'obligation de les payer totalement et en avance constituent une contrainte en soit, d'où l'intérêt de l'indicateur I₆.

Le prix minimum relatif de l'abonnement I_a est l'indice qui représente l'indicateur I_6 . C'est le rapport entre le prix minimum à payer pour un abonnement privé P_a (en Fcfa) et le revenu annuel d'un ménage moyen (en Fcfa).

5.7.2. les références

Le tableau 5.11 donne la répartition moyenne des dépenses des ménages dans les pays du Conseil de l'Entente [Chambre de commerce du Burkina Faso 1993] : Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Niger et Togo.

Le secteur de dépenses intitulé "logement et équipement..." dont pourrait faire partie l'abonnement au réseau d'AEP compte en moyenne pour 17 % des dépenses annuelles totales.

Mais il s'agit là d'estimations qui de surcroît se rapportent au ménage moyen au niveau national. La situation est différente lorsqu'il s'agit des populations dans les centres ruraux et dans les PCU.

Cependant, c'est sur ce tableau qu'on se basera pour fixer les seuils dans l'évaluation de la charge financière que représente pour le ménage l'abonnement.

Tableau 5.11 *Répartition des dépenses par secteur (1992) dans les pays du Conseil de l'entente (valeurs en % des revenus du ménage)

Secteur	Benin	B. Faso	C. d'Ivoire (NP)**	Niger	Togo	Moyenne
Alimentation	37.6	26.1	-	58.7	58.7	45.3
Habillement	23.1	12.1	-	13.5	7.7	14.1
Logement, équipement	20.1	24.5	-	10.4	14.9	17.4
Autres***	19.2	37.3	-	17.4	18.7	23.2
Totaux	100	100	-	100	100	100

* Tiré du rapport 1992 sur les facteurs de production dans les pays du Conseil de l'Entente.

** NP : non précisé pour la Côte d'Ivoire

*** Autres : hygiène, santé, transport, loisirs, communication etc.

5.7.3. les hypothèses

Pour l'évaluation des valeurs de l'indice I_a , on considère les hypothèses suivantes :

- Si le prix de l'abonnement P_a dépasse 17 % des revenus annuels (environ les revenus de 2 mois), correspondant au ratio réservé au secteur intitulé "logement, équipement..." (tab 5.11), il est considéré comme insupportable pour le ménage.

- Si le prix de l'abonnement est inférieur à la moitié des revenus mensuels du ménage, soit environ 4 % de ses revenus annuels, il est considéré comme très supportable.

Considérant le niveau de précision de ces données nous adoptons pour l'indicateur I₆ des classes d'égale étendue, soit 4 % du revenu annuel. Le tableau 5.12 propose cinq classes.

Tableau 5.12 Tableau d'évaluation de l'indice I_a (indicateur I₆)

Valeur de I _a	< 0.04	0.04 à 0.08	0.08 à 0.12	0.12 à 0.16	>0.16
Appréciation	Très supportable	Supportable	Moyennement supportable	Insupportable	Très insupportable

5.7.4. le prix relatif de l'abonnement (branchement privé) pour le ménage dans les pays enquêtés

- Dans certains pays, on pratique une politique d'octroi de branchement social aux ménages à faibles revenus (la SBEE au Bénin, la SODECI en Côte d'Ivoire et la SONEES au Sénégal). Il s'agit d'un branchement financé avec une subvention de l'Etat ou avec un fonds de développement, lui même alimenté à partir de surtaxes sur les factures d'eau (voir monographie).

- Dans d'autres pays (ONEA pour le Burkina Faso, EDM pour le Mali et SNE pour le Niger), les conditions d'acquisition du branchement sont les mêmes pour tout client. C'est le "branchement normal" (monographie § 2.6.4, 3.6.4).

Tableau 5.13 Prix du branchement P_a pour un abonnement privé en Fcfa dans les pays enquêtés (valables en décembre 1992)

Pays (Société)	Branchement normal B _n	Branchement social ou branch. subventionné BS	Rapport Bs/B _n
Benin (SBEE)	65 441	22 800	0.35
Burkina Faso (ONEA)	85 000	Pas de BS	-
Côte d'Ivoire (SODECI)	110 900	18 700	0.17
Mali (EDM)	140 000	Pas de BS	-
Niger (SNE)	81 764	Pas de BS	-
Sénégal (SONEES)	66 608	10 337	0.15

- Hypothèses complémentaires et données :

- contrairement aux grands centres urbains où on rencontre souvent plusieurs ménages en location dans une même concession, dans les PCU et dans les centres ruraux, c'est en général un seul ménage (qui est souvent propriétaire) qui habite la concession ; c'est pourquoi dans cette thèse, on considère que le branchement au réseau n'est affecté qu'à un et un seul ménage ;

- la taille moyenne d'un ménage dans les PCU africains est prise égale à 10 personnes
- devant le manque de données sur le revenu moyen des ménages, le salaire minimum inter-professionnel garanti (SMIG) annuel dans le pays est retenu pour tenir lieu de revenu moyen annuel du ménage dans le calcul de l'indice I_a ; on sait par ailleurs que dans les centres urbains africains, en général le ménage dispose au maximum d'un seul revenu, et que la plupart n'ont pas de revenus réguliers.

$$I_a = \frac{P_a}{\text{SMIG annuel}}$$

Nota :

- dans les calculs, P_a prend la valeur du prix du branchement social dans les pays où il est pratiqué
- les conditions d'acquisition d'un abonnement sont les mêmes dans un pays ; I_a se rapporte donc à l'ensemble des systèmes d'AEP urbains de ce pays (tab 5.14).

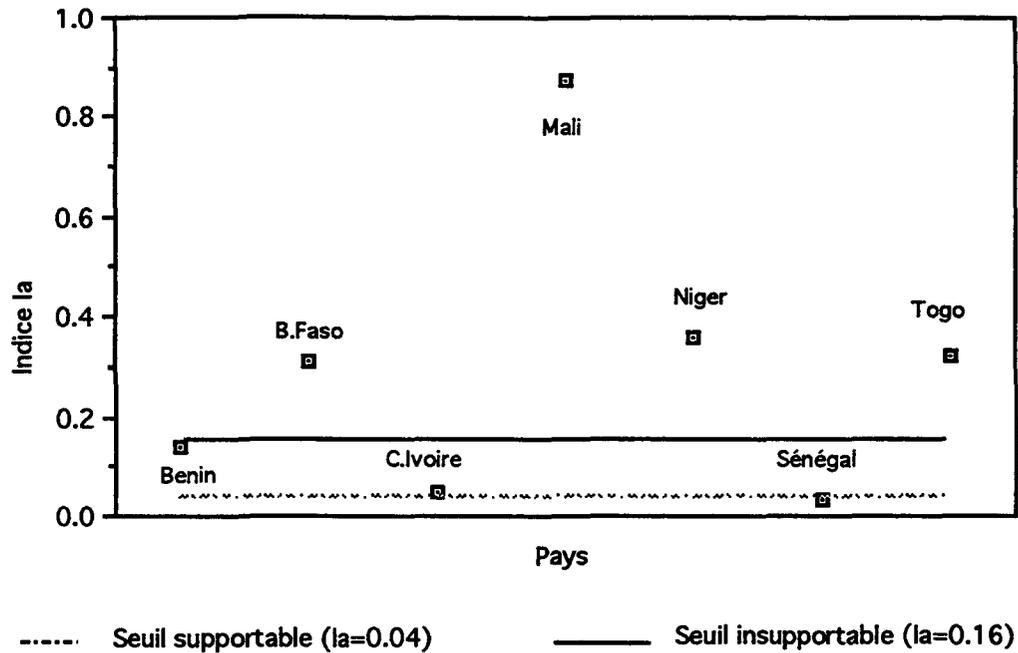
Tableau 5.14 Prix relatif de l'abonnement (acquisition du branchement privé) pour un ménage dans les six pays enquêtés et au Togo (indicateur I_a) en années SMIG

Désignation du pays	Prix minimum de l'abonnement P_a en k.Fcfa (1)	*SMIG annuel en K. Fcfa (2)	Indice I_a par rapport au SMIG annuel (I_a) (3) = (1)/(2)
Benin	22.8	167	0.14
Burkina	85.0	272	0.31
Côte d'Ivoire	18.7	400	0.05
Mali	120.0	138	0.87
Niger	81.0	227	0.36
Sénégal	10.3	371	0.03
Togo	53.0	164	0.32

*SMIG : valeurs de l'année 1992 tirées

- du rapport publié par la Chambre de commerce du Burkina Faso en 1993 sur les facteurs économiques dans les pays membres du Conseil de l'Entente
- des bulletins de la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest (BCEAO), éditions 1993.

Figure 5.15 Prix relatif de l'abonnement I_a (indicateur I_6) dans les six pays enquêtés et au Togo, en comparaison avec les seuils définis au tableau 5.12



5.7.5. commentaires

Le prix de l'abonnement privé est tout juste supportable pour un ménage gagnant le SMIG dans les pays qui pratiquent une politique de branchement social comme la Côte d'Ivoire et le Sénégal. Mais il est très cher pour les ménages au Bénin où, malgré la politique de branchement social, il vaut deux mois de SMIG, soit 16 % du salaire annuel (tab 5.14 et fig. 5.15).

Quant aux pays qui ne pratiquent pas cette politique de branchement social, le prix de l'abonnement est nettement hors de portée (jusqu'à 10 mois de SMIG au Mali).

Nota : Pour calculer l'indice I_a , nous avons proposé comme revenu, le SMIG dans le pays au lieu du revenu intérieur brut retenu dans d'autres publications. Nous pensons que cette donnée macro-économique est très loin de la réalité des PCU.

Cependant, nous présentons dans le tableau 5.16, I_a' calculé par rapport au revenu intérieur brut annuel du pays ramené au ménage (10 personnes). On constate que I_a' est trop élevé dans trois des six pays enquêtés en comparaison avec les seuils de tolérance définis dans le tableau 5.12.

Tableau 5.16 Prix relatif de l'abonnement Ia' par rapport au revenu annuel intérieur brut du pays ramené au ménage comparé à Ia dans les six pays enquêtés et au Togo

Pays	Prix minimum de l'abonnem. Pa en k.Fcfa (1)	Revenu annuel en k.Fcfa/10 hab. (2)	Indice Ia' en années SMIG (3) = (1)/(2)	Indice Ia en années SMIG
Benin	22.8	950	0.02	0.14
Burkina Faso	85.0	800	0.11	0.31
Côte d'Ivoire	18.7	1 970	0.01	0.05
Mali	120.0	675	0.18	0.87
Niger	81.0	725	0.11	0.36
Sénégal	10.3	1 620	0.01	0.03
Togo	53.0	972	0.05	0.32

5.7.6. conclusions

Le prix et les conditions en vigueur dans les pays enquêtés pour l'obtention d'un abonnement privé sont en général hors de portée des ménages.

On constate que c'est dans les pays les plus pauvres (Burkina Faso, Mali, Niger) que la politique d'attribution et le prix du branchement sont les plus défavorables, excluant les ménages à faibles ou à moyens revenus de la possibilité d'acquérir le BP.

5.8. Le coût minimum relatif de l'eau : indicateur I7

5.8.1. définitions

L'indicateur I7 représente le poids financier de l'achat de l'eau potable dans le budget du ménage. Il est noté Ie.

L'indice Ie correspond au rapport entre le prix Pe payé par le ménage pour un volume mensuel d'eau considéré comme nécessaire pour assurer un minimum d'hygiène, et son revenu moyen mensuel (pris égal au SMIG).

$$Ie = \frac{Pe}{SMIG \text{ mensuel}}$$

$$Ie^* = \frac{Pe^*}{SMIG \text{ mensuel}}$$

Ie et Pe sont relatifs aux ménages ayant un BP

Ie* et Pe* sont relatifs aux ménages se ravitaillant aux BF.

5.8.2. les hypothèses

Dans le tableau 5.11, on constate que le secteur dit "autres" qui comprend vraisemblablement les dépenses pour le ravitaillement en eau domestique compte en moyenne pour près de 23 % des dépenses du ménage. On se basera sur les valeurs de ce tableau pour fixer les seuils d'évaluation du coût que représente pour le ménage, l'eau consommée.

- Si I_e (ou I_e^*) est supérieur à 11.5 % des revenus du ménage, soit environ la moitié des dépenses du secteur "autres", le coût de l'eau correspondant est considéré comme très insupportable.
- Si I_e (ou I_e^*) est inférieur à 5 % des revenus du ménage comme l'a suggéré l'OMS, le coût de l'eau est considéré comme très supportable pour le ménage ; ceci correspond à environ 1/5 ème des dépenses du secteur intitulé "autres".

Sur la base de classes de même étendue, des seuils intermédiaires de l'indice I_e sont proposés dans l'évaluation pour l'indicateur I_7 (voir tab 5.17).

Nota : Dans les pays industrialisés, l'indice I_e dépasse rarement 2 %. Mais la plupart du temps, le consommateur ne ressent pas le poids financier correspondant parce que c'est compris dans son loyer sous forme de forfait (loyer et charges).

Tableau 5.17 Tableau d'évaluation de l'indice I_e (respectivement I_e^*)

Valeur de I_e ou I_e^*	< 0.05	0.05 à 0.07	0.07 à 0.09	0.09 à 0.11	>0.11
Appréciation	Très supportable	Supportable	Moyennement supportable	Insupportable	Très insupportable

5.8.3. le coût relatif de l'eau pour le ménage I_e (ou I_e^*) dans les pays enquêtés

• Le contexte : La tarification de l'eau dans les pays d'Afrique francophone est basée sur les trois principes suivants :

- unification du prix de l'eau dans tous les centres urbains du pays,
- faire supporter une partie des charges des économiquement faibles par les consommateurs relativement aisés, en appliquant dans la facturation des tarifs ascendants suivant des tranches de volume d'eau consommé,
- décourager le gaspillage de l'eau en appliquant un tarif élevé sur les tranches de volume largement au delà des besoins considérés comme normaux.

Ainsi, les structures tarifaires son basées sur une stratification des usagers domestiques en 4 groupes principaux suivant leur niveau de vie (tab 5.18).

- *Groupe 1* : les ménages à revenu modeste, disposant d'un BP. La plupart d'entre eux ont bénéficié d'un branchement subventionné lorsque c'est pratiqué. On considère que leur consommation se limite au strict minimum V_s (volume social), auquel on applique un tarif dit social, généralement inférieur aux charges d'exploitation.

- **Groupe 2** : les ménages à revenu intermédiaire. Ils consomment plus que le minimum V_s , mais sans dépasser la limite supérieure d'une tranche dite normale. Ils payent donc à un tarif normal (vrai coût) le volume d'eau consommé en sus de V_s .
- **Groupe 3** : les ménages à revenu assez élevé pour qu'ils soit amenés à consommer beaucoup plus que nécessaire, et ceux qui gaspillent l'eau. Un tarif dit dissuasif est appliqué à la tranche de volume consommé en sus de la tranche dite normale. Ce tarif est en principe supérieur au prix de revient de l'eau car il doit contenir une partie des charges des deux groupes précédents. Le principe est basé sur l'hypothèse selon laquelle l'eau est rare et que les grands consommateurs sont la cause du surdimensionnement des ouvrages. Ils doivent donc en payer les coûts marginaux.
- **Groupe 4** : les ménages dont le revenu est trop modeste pour pouvoir payer les frais du BP (même subventionné) et ceux qui habitent les quartiers non desservis par le réseau de conduites (les quartiers périphériques). Ceux-ci peuvent s'approvisionner en eau aux BF.

Nota : Les volumes correspondant à ces tarifs sont indiqués dans les tableaux 2.8, 3.8, 4.8 etc de la monographie (deuxième partie du volume).

Tableau 5.18 Structures tarifaires en vigueur en décembre 1992 dans les pays enquêtés : tarifs appliqués en fonction des tranches de volume en Fcfa/m³

Pays	Tranches de volume				
	Sociale Fcfa/m ³	Domestique Fcfa/m ³	Normale Fcfa/m ³	Dissuasive Fcfa/m ³	*BF Fcfa/m ³
Benin	100.0	-	170.0	125.0	170.0
Burkina Faso	123.0	158.0	312.0	376.0	95.0
Côte d'Ivoire	159.0	209.0	307.0	350.0	-
Mali	80.0	-	120.0	160.0	80.0
Niger	105.0	-	120.0	160.0	85.0
Sénégal	137.5	-	319.8	367.4	160.0

* Il s'agit pour les BF du tarif de vente appliqué au gérant par la société de distribution

•Hypothèses et données pour les ménages ayant un BP : On retient dans le calcul de I_e , le prix P_e correspondant à la tranche sociale (ou volume social).

La tranche sociale vaut 10 m³/mois par abonné pour quatre des six Sociétés enquêtées (ONEA, SBEE, SODECI, SONEES). Ce qui correspond à une consommation spécifique de 33 l/j.personne pour un ménage de 10 personnes.

Elle vaut 15 m³/mois par abonné pour la SNE et 50 m³/mois par abonné pour EDM.

Nous retenons comme hypothèse pour nos calculs une consommation mensuelle de 10 m³/ménage pour tous les pays.

• Hypothèses et données pour les ménages se ravitaillant aux BF : Le minimal vital est pris égal à 20 l/j.personne, soit un volume mensuel de 6 m³ pour un ménage de 10 personnes.

Jusqu'en décembre 1992, le prix officiel de vente de l'eau à la BF équivalait à 250 Fcfa/m³ (5 Fcfa le seau de 20 litres ou 50 Fcfa le fût de 200 litres) dans les pays enquêtés, soit 1 500 Fcfa pour le volume mensuel de 6 m³ par mois retenu pour le calcul de Ie*.

• Résultats et commentaires : En se référant aux hypothèses initiales, puis au tableau 5.19, on peut considérer qu'en Côte d'Ivoire, au Niger et au Sénégal, le prix de l'eau paraît supportable pour les ménages ayant un BP et dont le revenu est supérieur au SMIG (voir aussi fig. 5.20).

Mais au Benin, au Burkina Faso et au Mali, l'eau du BP revient très cher en comparaison avec le revenu des ménages. Dans ces pays, la dépense correspondant à la quantité d'eau considérée comme un minimum vital pour un ménage, dépasse la barre (OMS) de 5 % du SMIG.

Lorsqu'il s'agit de s'alimenter aux BF, la charge financière des 6 m³ considérés comme le minimum vital pour un ménage ne paraît supportable (par rapport au SMIG) qu'au Sénégal. Elle atteint même 10 % et 14 % du SMIG respectivement au Benin et au Mali (tab 5.19 et fig. 5.21).

Cependant, même pour les trois premiers pays, l'accessibilité à l'eau ainsi définie ne paraît pas refléter exactement la réalité, car environ un tiers des abonnés ne payent pas régulièrement leurs factures d'eau et se voient suspendre ou résilier leur contrat d'abonnement (tab 5.22 et tab 5.23), dans la plupart des cas à cause d'une insuffisance des moyens financiers.

Tableau 5.19 Coût minimum relatif de l'eau pour le ménage (indicateur I₇), calculé par rapport au SMIG dans les six pays enquêtés (valables en 1992)

Pays	Tarif social en Fcfa/m ³ (1)	Prix Pe de 10 m ³ (BP) en Fcfa (2)	Prix Pe* de 6 m ³ (BF) en Fcfa (3)	SMIG mensuel en k.Fcfa (4)	Indice Ie pour BP (2)/(4)	Indice Ie* pour BF (3)/(4)
Benin	100	1 000	1 500	13.9	0.07	0.10
Burkina Faso	123	1 230	1 500	26.7	0.06	0.07
Côte d'Ivoire	159	1 590	- *	33.3	0.05	- *
Mali	80	800	1 500	11.5	0.07	0.14
Niger	105	1 050	1 500	18.9	0.05	0.08
Sénégal	137	1 375	1 500	30.9	0.04	0.05

* : Il n'y avait pas de service par BF dans les PCU gérés par la SODECI (Côte d'Ivoire)

Figure 5.20 Coût minimum relatif de l'eau I_e pour les abonnés privés dans les six pays enquêtés en comparaison avec les seuils définis

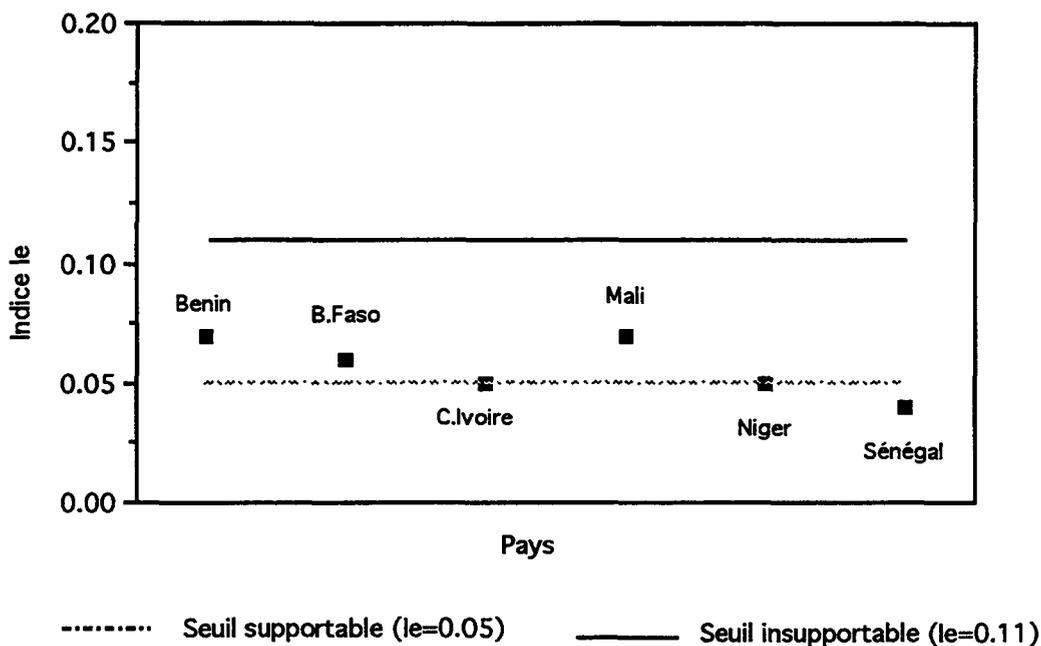


Figure 5.21 Coût minimum relatif de l'eau I_e^* pour les usagers de BF dans 5 pays enquêtés (sans la Côte d'Ivoire) en comparaison avec les seuils définis

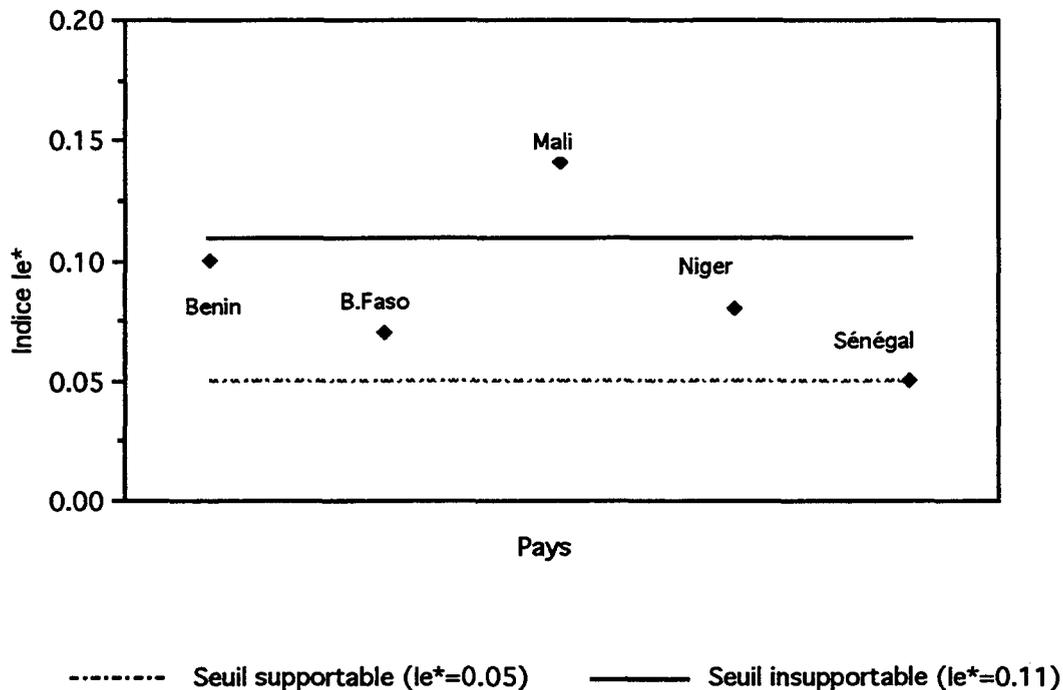


Tableau 5.22 Taux d'abonnements (de branchements) en situation de suspension ou de résiliation en % du nombre total dans les dix PCU figurant dans la monographie (situation en décembre 1991)

Petit centre urbain	Nombre de branchements	Nombre de branchements en service	Taux de suspension-résiliation en %
Klouekamé*	96	88	8
Boundiali	1 548	975	44
Katiola	1 879	1 315	30
Odjenné	2 227	1 605	28
Bougouni	1 106	945	15
Dosso	1 727	1 244	28
Kollo	320	208	35
Bambey*	999	788	21
Fatick*	910	758	17
M'Backé*	2 282	1 665	27
Moyenne			25

* valeurs de 1990

Tableau 5.23 Situation des polices d'abonnement dans la région SODECI Daloa en décembre 1992

Ville ou centre SODECI	Nombre de polices d'abonnement	Taux de suspension en % du total	Ville ou centre SODECI	Nombre de polices d'abonnement	Taux de suspension en % du total
Daloa	6 170	34	Vavoua	910	33
Bouaflé	2 440	35	Mankono	630	39
Séguéla	1 970	42	Tiénung	270	40
Issia	1 520	50	Kani	250	29
Zouenoula	1 120	45	Gohita	240	45
Sinfra	1 040	50	Pakouab	210	28

Taux moyen de suspension : 39 %

5.8.5. le problème de l'eau à la borne fontaine

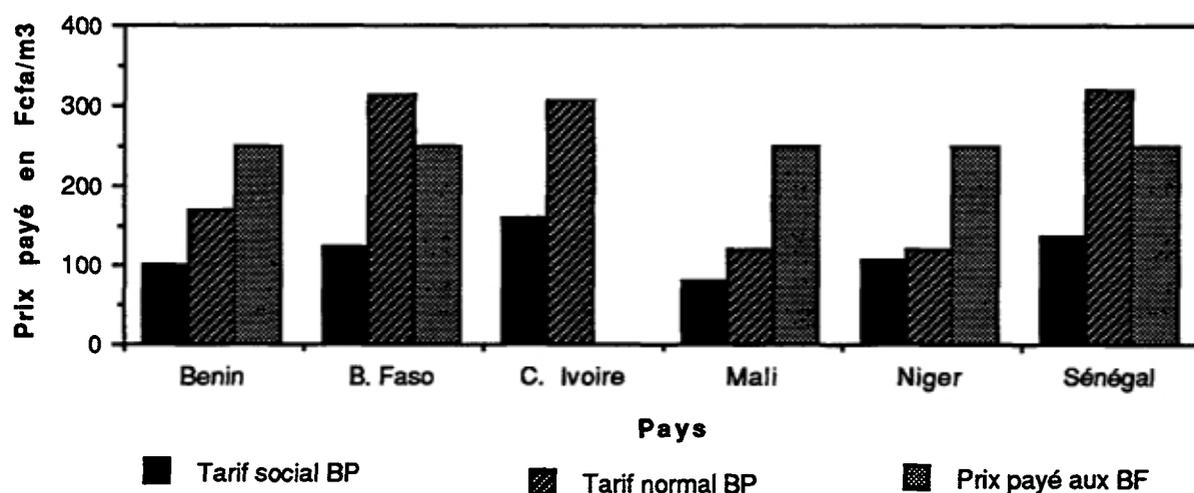
Pendant de longues années, l'eau distribuée à la borne fontaine a été gratuite pour le consommateur dans les centres urbains d'Afrique. Ce qui entraînait d'énormes gaspillages et un manque à gagner très important pour les Sociétés de distribution car les factures n'étaient pas payées.

C'est pourquoi, dès le début des années 1990, les Sociétés de distribution ont commencé à mettre fin à ce service gratuit. La gérance des BF est désormais confiée à des privés. Il s'agit soit :

- de contrats directs avec des individus souscrivant à un abonnement auprès de la Société de distribution, auxquels l'eau est facturée et qui la revendent aux populations ; c'est le cas au Bénin, Burkina Faso, Niger et Sénégal ; c'est aussi le cas dans certaines villes au Mali
- d'un contrat avec la municipalité qui règle de manière globale les factures des BF et qui engage à son tour un gérant pour chaque BF ; cette procédure existe dans d'autres villes au Mali.

Cependant, l'existence du gérant de BF dans la chaîne de ravitaillement augmente considérablement le coût de l'eau pour l'utilisateur. On en arrive à une situation aberrante où les pauvres (s'approvisionnant aux BF) payent l'eau plus cher que ceux qui peuvent s'offrir un BP (fig. 5.24).

Figure 5.24 Comparaison entre prix payé par l'abonné privé et prix payé par l'utilisateur de BF dans les pays enquêtés, pour un m³ d'eau



L'achat par de petites quantités contribue aussi pour beaucoup à l'augmentation du prix de l'eau à l'utilisateur.

Cependant, pour que la vente de l'eau à la BF soit fonctionnelle elle doit se baser comme c'est le cas actuellement sur les récipients traditionnellement utilisés pour le transport de l'eau, rappelés ci-après :

- le seau ou la touque de 18 à 20 l rempli d'eau à 5 Fcfa (250 Fcfa/m³) ; c'est le cas le plus fréquent,
- la bassine de 35 à 40 l remplie à 10 Fcfa,
- le fût de 200 l rempli à 50 Fcfa.

M. Morel A l'Huissier [1990] faisait remarquer dans son étude que si le seau d'eau de 20 l est vendu à 5 Fcfa, c'est parcequ'en Afrique c'est la valeur minimale rencontrée en pièce de monnaie qui détermine le prix de revente de la plus petite quantité délivrable. Il sera donc difficile de procéder autrement.

Pourtant, les gérants de BF n'en tirent pas pour autant de grands profits financiers, car les quantités vendues au niveau d'une BF sont souvent assez

faibles. Le revenu des gérants de BF dépasse rarement le SMIG (tab 5.25). Un prix de revente plus bas rendrait le métier de fontainier très peu attractif et obligerait

- soit à retourner à la gratuité de l'eau,
- soit à fermer les BF.

Tableau 5.25 Gains mensuels moyens d'un gérant de BF dans quelques PCU (année 1992) en comparaison avec le SMIG dans le pays

Villes (pays)	Bambey (Sénégal)	M'Backé (Sénégal)	Fatick (Sénégal)	Dosso (Niger)	Pô (B. Faso)
Vente moyenne du gérant m ³ /mois	230	312	210	290	316
Tarif appliqué au gérant en Fcfa/m ³	160.2	160.2	160.2	85	112
Tarif appliqué à l'utilisateur en Fcfa/m ³	250	250	250	250	250
Part du gérant dans le prix à l'utilisateur	36 %	36%	36%	66%	55%
Revenu moyen du gérant en Fcfa/mois	20 600	28 000	18 800	47 800	43 600
SMIG dans le pays en Fcfa par mois	30 900	30 900	30 900	18 900	22 600

5.8.6. conclusions

Dans les pays de l'Afrique francophone, les politiques menées par les Sociétés de distribution d'eau et les Etats sont très défavorables à l'accès des populations à faibles revenus, au service de l'eau.

- La structure tarifaire avantage les groupes de populations relativement aisées. Ces populations qui habitent généralement dans les quartiers viabilisés desservis par le réseau de conduites, bénéficient du branchement social et de la tarification en tranche sociale.
- L'accès à l'eau des BF implique l'achat auprès d'un gérant privé : le prix à payer devient plus élevé que pour les locataires de BP. L'eau est vendue (officiellement) à la BF entre 1.8 fois le tarif social de BP au Sénégal et 3 fois ce tarif au Mali (tab 5.18 et fig. 5.24).

Mais la réalité est pire que cela dans plusieurs villes d'Afrique, notamment dans les quartiers périphériques, car il existe des revendeurs d'eau entre le

gérant de BF et le consommateur. Ce qui augmente considérablement le prix d'achat au consommateur.

Selon Morel A l'Huissier [1990], le prix de l'eau chez le revendeur peut atteindre 750 voire 1 000 Fcfa le m³ à Ouagadougou, selon la distance par rapport à la BF.

Selon plusieurs témoignages de consommateurs recueillis à Ouagadougou, ce prix peut dépasser dans les quartiers périphériques de la ville 1 000 Fcfa le fût de 200 l soit 5 000 Fcfa le m³ d'eau, en période de pénuries (avril à juin).

La conception et surtout la gestion des systèmes d'AEP doivent donc être revues si l'on veut

1. que l'accès au service de l'eau soit possible et équitable pour toutes les couches de la population d'une même localité,
2. que le prix de vente de l'eau soit compatible avec les ressources financières des populations.

5.9. Indice du recouvrement des coûts à la facturation : indicateur I_g

5.9.1. définition

L'indice du recouvrement à la facturation **Fr** représente l'indicateur I_g. Il correspond au tarif moyen appliqué au m³ d'eau à la vente (**T_m**) divisé par son prix de revient moyen (**Pr**).

$$Fr = \frac{T_m}{Pr}$$

La performance de la gestion du système d'AEP croît avec la valeur de **Fr**.

5.9.2. les données et les hypothèses

En se référant à la monographie des systèmes d'AEP, on peut retenir la répartition suivante pour les charges d'exploitation :

- les frais courants comptent pour 50 % ; il s'agit des dépenses en personnel, en énergie, en réactifs de traitement, en maintenance et des dépenses diverses de fonctionnement ;
- l'amortissement des installations compte pour 50 %.

En outre, on adopte les hypothèses suivantes :

- les frais courants doivent être couverts par des recettes pour permettre le fonctionnement du système à moyen terme ;
- la dotation aux amortissements permet au système de s'auto-développer.

On définit ainsi deux seuils de recouvrement de ces charges (tab 5.26) :

- Seuil 1 : **Fr** = 0.5 correspondant aux charges courantes
- Seuil 2 : **Fr** = 1 correspondant aux charges totales d'exploitation.

Tableau 5.26 Tableau d'appréciation de l'indice du recouvrement à la facturation Fr

Valeur de Fr	$Fr \geq 1$	$1 > Fr \geq 0.5$	$0.5 > Fr$
Appréciation de Fr	Suffisant	Moyen	Très insuffisant

5.9.3. l'indice du recouvrement des charges d'exploitation à la facturation pour les systèmes d'AEP des PCU africains

• Le contexte : Les rapports d'exploitation des Sociétés d'eau font ressortir les consommations en énergie électrique et en réactifs de traitement. Ceux de SODECI donnent pour chaque centre l'ensemble des frais courants d'exploitation.

Mais en général, les données d'exploitation disponibles sur les PCU enquêtés ne font pas ressortir la totalité des charges d'exploitation.

Les valeurs du tableau 5.27 ci-après sont basées sur les charges prévisionnelles à l'exploitation estimées lors du projet et actualisées à 5 % pour l'année 1990.

• Résultats et commentaires : Dans les PCU enquêtés, les prix moyens facturés varient entre 170 et 210 Fcfa le m^3 d'eau (tab 5.27). Ces prix sont largement inférieurs aux dépenses engagées. L'indice Fr est inférieur à l'unité pour l'ensemble des PCU enquêtés. Il est inférieur à 0.5 pour 6 PCU sur 12 enquêtés, c'est à dire que les prix moyens facturés ne permettent même pas le recouvrement des frais courants (fig. 5.29).

Rappelons que dans le calcul de Fr , on a utilisé le tarif moyen appliqué aux volumes facturés et non aux volumes produits, alors que le taux de facturation du volume produit est de 82 % en moyenne pour les systèmes d'AEP des PCU étudiés (tab 5.5).

L'indice fr de la figure 5.30 est obtenu en faisant les calculs pour l'indicateur Ig à partir du prix de revient estimé dans le projet en francs constants (sans actualisation). On voit que fr est inférieur à l'unité pour la plupart des systèmes d'AEP étudiés.

L'analyse du recouvrement des coûts à la facturation dans les systèmes d'AEP de la région SODECI Daloa en Côte d'Ivoire, laisse apparaître des recettes inférieures aux frais courants pour les centres de moins de 600 abonnés, soit environ 6 000 habitants connectés au réseau (tab 5.28).

Tableau 5.27 Indice du recouvrement à la facturation Fr (indicateur Ig) des charges d'exploitation pour les 10 PCU figurant dans la monographie et dans d'autres PCU africains (valables pour 1990)

Petits centres urbains	Prix de revient Pr en F/m ³ (année) (1)	Pr actualisé en 1990 à 5%/an (2)	Tarif moyen en Fcfa/ m ³ (3)	Fr pour un m ³ vendu (4)=(3)/(2)
Klouekamé	246 (1983)	346	171	0.49
Boundiali	278 (1975)	577	170	0.29
Katiola	-	-	174	0.60*
Odjenné	206 (1975)	428	172	0.40
Bougouni	280 (1982)	357	107	0.30
Dosso	-	-	160	0.80**
Kollo	184 (1982)	272	210	0.77
Bambey	276 (1980)	450	180	0.40
Fatick	240 (1980)	391	190	0.49
M'Backé	355 (1980)	578	180	0.31
Ifagnan	172 (1983)	242	170	0.70
Tori Bossito	284 (1983)	400	170	0.42

* la valeur de Fr pour Katiola correspond à celle de la région SODECI Bouaké

** la valeur de Fr pour Dosso correspond à la valeur nationale de la SNE (tab 5.31)

Tableau 5.28 Indice du recouvrement des frais courants (personnel, énergie, réactifs de traitement et dépenses locales en maintenance) à la facturation Fr' à la DR- SODECI de Daloa en Côte d'Ivoire (décembre 1992)

Villes ou centres	Nombre d'abonnés	Frais courants F.cfa/m ³ produit (1)	Tarif moyen F cfa/m ³ facturé (2)	*Ratio de facturation (3)	Indice Fr' pour frais courants (2)x(3)/(1)
Daloa	6 170	70	220	0.88	2.8
Bouaflé	2 440	70	146	0.76	1.6
Séguéla	1 970	89	205	0.81	1.9
Issia	1 520	83	204	0.86	2.1
Zuenoula	1 120	67	184	(1)**	2.7
Sinfra	1 040	117	157	0.86	1.1
Vavoua	900	73	188	(1)**	2.6
Mankoro	630	116	197	0.92	1.6
Tienung	270	227	176	(1)**	0.8
Gohita	240	175	110	0.94	0.6
Pakouab	210	167	143	0.65	0.5
Total DR	16 780	78	125	0.87	1.4

* ratio de facturation : correspond au rapport entre volume vendu et volume produit

** (1) : ratios donnés supérieurs ou égaux à 1.

Nota : Les valeurs du tableau 5.28 ne se rapporte qu'aux frais courants (personnel énergie, réactifs de traitement, dépenses de services au niveau de la région) et non à tous les frais engagés.

Figure 5.29 Indice du recouvrement à la facturation Fr des charges d'exploitation prévisionnelles en comparaison avec les seuils proposés, dans quelques PCU africains

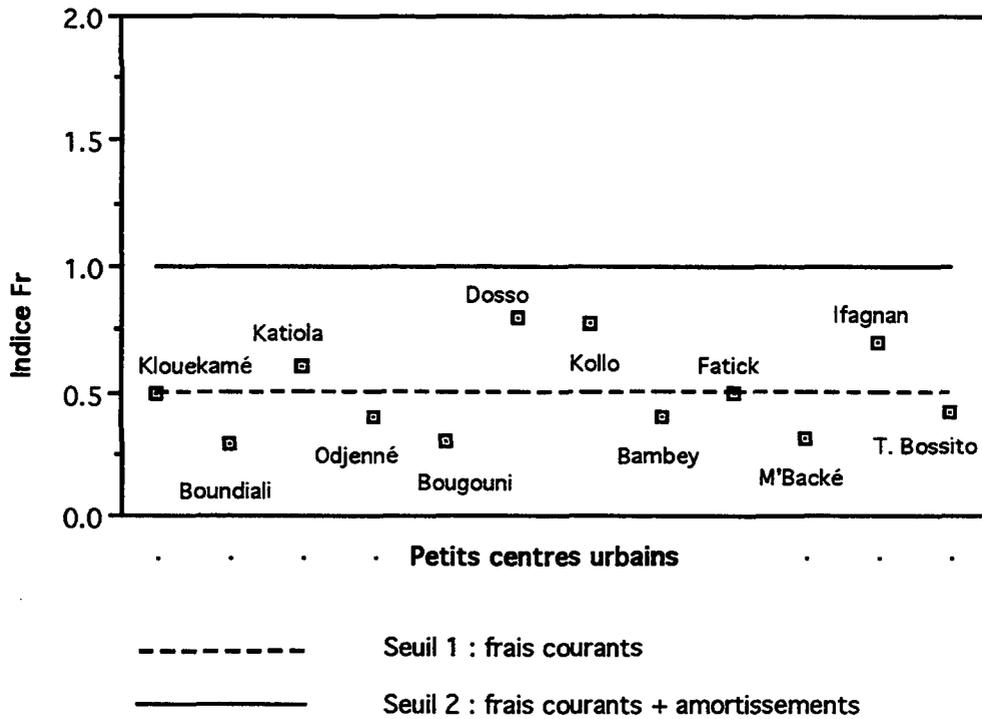
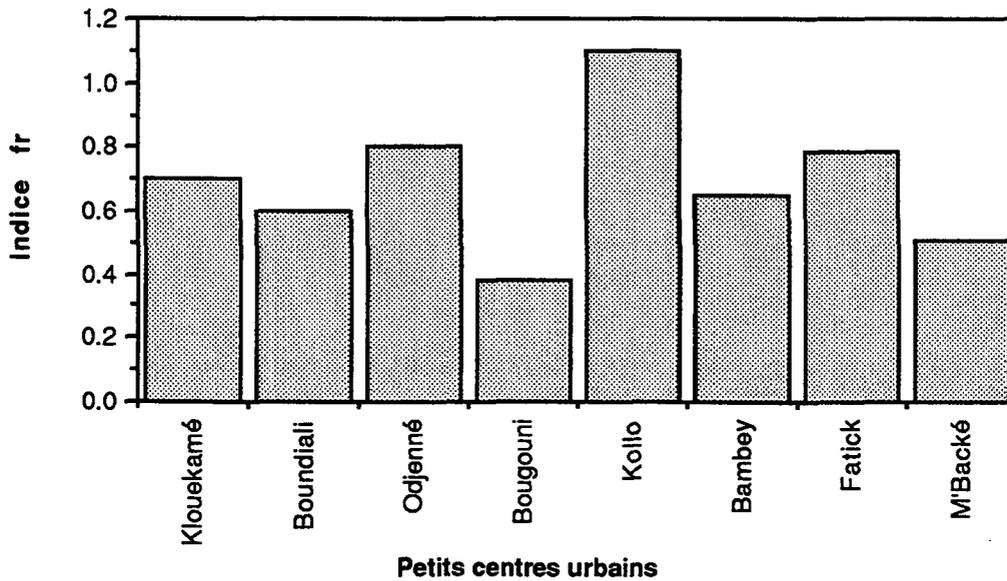


Figure 5.30 Indice du recouvrement à la facturation des charges d'exploitation fr , calculé sur la base des coûts prévus en francs constants



De manière plus globale, pour la quasi-totalité des sociétés d'eau d'Afrique, les tarifs de vente de l'eau sont trop bas par rapport aux charges, même au niveau national (tab 5.31), bien que dans ce cas, il s'agisse d'une péréquation nationale, incluant donc les grandes villes qui devraient être excédentaires. Seulement 5 sur 12 sociétés membres de l'UADE ont annoncé un équilibre de leurs comptes pour l'année 1989.

Tableau 5.31 Niveau de recouvrement des coûts globaux à la tarification au niveau national dans les pays membres de l'UADE (d'après le rapport général "gestion des services d'eau", 6^{ème} congrès de l'UADE 1992, valeurs de 1989)

Pays	Société de distribution	Coûts moyens Fcfa /m ³ (1)	Prix de vente moyen Fcfa/m ³ (2)	Indice Fr de recouvrem. (3) = (2)/(1)
Benin	SBEE	75	115	1.5*
Burkina Faso	ONEA	162	112	0.7
Congo	SNDE	175	77	0.4
Côte d'Ivoire	SODECI	115	140	1.2*
Gabon	SEEG	162	167	1.0*
Mali	EDM	168	104	0.6
Mauritanie	SONELEC	242	202	0.8
Niger	SNE	115	97	0.8
Sénégal	SONEES	143	150	1.0*
Togo	RNET	145	125	0.9
Tunisie	SONEDE	55	95	1.7*
Zaïre	REGIDESO	117	80	0.7

Nota : La SODECI est une entreprise privée qui déclare souvent des bénéfices en fin d'année budgétaire. La valeur de Fr y est donc vraisemblable. Ce qui n'est pas le cas de la SBEE. On peut donc mettre en doute la fiabilité des données fournies par celle-ci. Ce doute est aussi valable pour les données de la SONEDE.

5.10. Taux de recouvrement des montants facturés : indicateur I₉

5.10.1. définition

Les indices de recouvrement des coûts à la facturation calculés plus haut ne sont que d'ordre budgétaire. C'est à dire qu'ils correspondent aux rapports entre les montants moyens facturés et les coûts moyens du m³ d'eau.

Mais pour les Sociétés d'eau enquêtées, toutes les factures des abonnés privés ne sont pas payées. Les factures des services de l'Etat ne sont pratiquement pas payées depuis la fin des années 1980.

Le taux de recouvrement des montants facturés (T pour les abonnés privés et T' pour les services de l'administration) correspond au rapport entre les montants encaissés et les montants facturés. Il est calculé à partir des encaissements obtenus à l'expiration du délai de paiement. Ce délai correspond à la remise de la facture suivante au client. Il vaut trois mois pour la SODECI (facturation trimestrielle), deux mois pour la SBEE et la SONEES (facturation bimestrielle) et un mois pour EDM, ONEA et SNE (facturation mensuelle).

L'indicateur I_9 correspond au taux de recouvrement global T^* . Celui-ci est calculé suivant la formule suivante:

$$T^* = T \times C_p + T'(1 - C_p)$$

Avec C_p , la consommation des privés en ratio du total.

5.10.2. le taux de recouvrement des montants facturés dans les PCU enquêtés

Les valeurs du tableau 5.32 sont des moyennes sur l'année.

Bien que l'encaissement des factures émises aux privés dont l'abonnement est en service (taux T) puisse être considéré comme excellent pour tous les PCU étudiés, celui de l'ensemble des montants facturés (taux T^*) reste très faible à cause du non paiement des factures des services de l'Etat. Ainsi, l'indice T^* est inférieur à l'unité pour la totalité des PCU enquêtés.

Tableau 5.32 Recouvrement des montants facturés pour l'année 1991 (indicateur I_9) pour les dix PCU de la monographie et pour d'autres PCU africains

Petits centres urbains	Consom. des privés CP en % du total	Taux de recouvrement de Cp T	Consom. de l'administr. en % du total 100 - Cp	Taux de recouvrem. de 100 - Cp T'	Taux de recouvr. global T*
Klouekamé	94	1.00	6	0	0.94
Boundiali	76	0.88	24	0	0.67
Katiola	80	0.95	20	0	0.76
Odjenné	66	0.94	34	0	0.62
Bougouni	86	0.80	14	0	0.69
Dosso	58	0.94	42	0.41	0.72
Kollo	61	0.99	39	0.41	0.76
Bambey+	56	0.94	44	0	0.54
Fatick+	64	0.92	36	0	0.59
M'Backé+	56	0.94	44	0	0.54
Banfora	92	1.00	8	0	0.92
Pô	69	0.97	31	0	0.67
Région SODECI -Daloa	70	0.95	30	0	0.67

+ les valeurs des villes du Sénégal concernent la région d'exploitation : l'exploitation régionale de Diourbel pour Bambey et M'Backé et l'exploitation régionale de Kaolack pour Fatick.

5.10.3. la problématique du paiement de l'eau consommée dans les services de l'Etat

• La situation actuelle : Le cumul des impayés des services de l'Etat est devenu de nos jours l'un des principaux facteurs limitatifs à la viabilité des systèmes d'AEP en Afrique. En fin 1992, ces impayés dépassaient déjà de loin le capital social des sociétés de distribution (tab 5.33).

Tableau 5.33 Arriérés de paiement de la consommation d'eau dans les services de l'Etat en fin 1992

Pays/Société	Capital social de la Société en M. Fcfa	Montants dus par l'Etat à la Société	
		en M. Fcfa	en % du capital
Benin/SBEE	-	-	-
Burkina Faso/ONEA	-	-	-
Côte d'Ivoire/SODECI	2 000	16 000	800
Mali/EDM*	2 300	7 000	300
Niger/SNE	700	2 000	280
Sénégal/SONEES	-	-	-

* Pour le Mali, les données portent sur l'eau et l'électricité

• Commentaires : La cessation de paiement des factures d'eau de l'Etat est arrivée très rapidement dans les pays d'Afrique (voir exemple du Niger ci-après). Il est fort probable que cette situation perdure encore plusieurs années, à cause des conditions socio-économiques difficiles que connaissent les Etats.

Exemple du Niger:

- 1990: 43.4 % de recouvrement des factures de l'Etat
- 1991: 26.4 % de recouvrement
- 1992: 0 % de recouvrement en fin d'année.

Les Sociétés d'eau en Afrique n'ont aucun recours pour recouvrer ces fonds. Elles ne peuvent ni engager des procédures judiciaires contre l'Etat qui est propriétaire des installations, ni suspendre à ses services le ravitaillement en eau.

L'eau consommée dans les services de l'Etat devient donc ce qu'on appelle à l'OMS/CWS de l'eau non productive de recettes, celle ci comprenant également les pertes d'eau.

5.11. La qualité du service de distribution : indicateur I₁₀

5.11.1. situation et définition

Dans les villes d'Afrique, notamment dans les PCU, le service de distribution de l'eau n'est pas toujours de qualité (voir monographie). On peut rencontrer entre autres les situations suivantes :

- une desserte fréquemment interrompue, à cause de ruptures de stocks (fuel, pièces de rechange) ou d'un manque d'entretien ;
- une desserte avec de faibles pressions, à cause d'une sur-saturation du réseau ou d'une insuffisance de la capacité de production (tarissement de forages par exemple).

L'indicateur I₁₀ correspond au niveau de satisfaction de la population du service de distribution de l'eau. Il est estimé à partir de questions posées aux populations de différentes zones du réseau, relativement aux coupures d'eau et aux baisses de pression, notamment les durées, les périodes et les fréquences. Ainsi, cinq types de situation ont été identifiés et classés sur une échelle ordinale d'amplitude 5 (tab 5.34).

Tableau 5.34 Tableau d'évaluation de l'indicateur I₁₀ (la qualité du service de l'eau)

Description du service rendu	Appréciation	Note sur 5
Pas de coupure d'eau ni de baisse de pression	Service très suffisant	5
Baisses modérées de pression dans certains quartiers aux heures de pointe, sans coupures d'eau	Service suffisant	4
Fortes baisses de pression dans certains quartiers tous les jours aux heures de pointe, sans coupure d'eau	Service moyen	3
Faibles pressions dans tout le réseau et coupures d'eau tous les jours aux heures de pointe dans certains quartiers	Service insuffisant	2
Coupures d'eau fréquentes de quelques heures à quelques jours dans une partie ou tout le réseau	Service très insuffisant	1

5.11.2. la qualité du service de l'eau dans les dix PCU

Deux facteurs sont généralement à l'origine de l'irrégularité du service de distribution d'eau :

- L'insuffisance des ressources en eau (souterraine) : C'est le cas à Kollo et à Pô. Ce phénomène est fréquent dans certaines régions du Sahel.

Au Burkina Faso par exemple, on a observé pour des forages, des baisses de débit de plus de 75 % après seulement 10 ans d'exploitation. Ce qui a conduit à l'abandon de plusieurs forages. C'est le cas à Kaya, Fada N'Gourma, Ouahigouya etc.

- L'insuffisance de la capacité des ouvrages de production et (ou) des conduites de distribution : C'est le cas à Dosso, à Fatick, à Koulikoro et à Oujenné où les travaux des phases suivantes du projet n'ont pas suivi (voir monographie).

Tableau 5.35 Appréciation de la qualité du service de distribution de l'eau dans les dix PCU figurant dans la monographie et dans d'autres PCU, le jour de l'enquête

Petits centres urbains	Jour de l'enquête	Appréciation de la qualité du service	Note sur 5
Klouekamé	Mars 1991	Très suffisante	5
Boundiali	Avril 1992	Très suffisante	5
Katiola	Avril 1992	Très suffisante	5
Oujenné	Avril 1992	Moyenne	3
Bougouni	Juillet 1992	Très suffisante	5
Dosso	Juin 1992	Insuffisante	2
Kollo	Juin 1992	Insuffisante	2
Bambey	Janvier 1991	Très suffisante	5
Fatick	Janvier 1991	Moyenne	3
M'Backé	Janvier 1991	Très suffisante	5
Ifagnan	Mars 1991	Très suffisante	5
Tori Bossito	Mars 1991	Très suffisante	5
Banfara	Mars 1992	Très suffisante	5
Pô	Mars 1992	Insuffisante	2
Koulikoro	Juillet 1992	Insuffisante	2

CHAPITRE 6. APPLICATION DE LA METHODE MULTICRITAIRE D'AIDE A LA DECISION A L'EVALUATION DES SYSTEMES D'AEP

6.1. La méthode choisie

6.1.1. les objectifs de la comparaison

L'objet de ce chapitre n'est pas de déterminer le meilleur système d'AEP parmi les 10 figurant dans la monographie. Il s'agit plutôt de compléter l'analyse fragmentaire menée indicateur par indicateur au chapitre 5, en prenant en compte des critères englobant des aspects plus généraux. Ces critères sont agrégés pour obtenir une évaluation globale pour chaque système (fig. 6.2).

L'évaluation consiste à situer le système par rapport à ce qu'il aurait dû être (système ou action de référence) et non pas à déterminer sa valeur (relative) par rapport aux autres systèmes.

La méthode ELECTRE correspondant à cette problématique est ELECTRE TRI.

6.1.2. ELECTRE TRI

La méthode ELECTRE TRI est basée sur la problématique β , c'est-à-dire l'affectation du système à une catégorie ou un groupe (voir § 3.5.6). Il faut définir alors des systèmes de référence délimitant les catégories. Nous en avons choisis trois :

- le premier, le plus contraignant b^1 , correspond au meilleur système possible (situation souhaitable),
- le second, b^2 , correspond à un système qu'on peut qualifier de "passable".
- le troisième, b^3 correspond à un système qu'on peut qualifier de "médiocre".

$$b^1 S b^2 S b^3$$

Les données relatives à ces systèmes de référence sont présentées au § 6.3.2.

A chaque critère C est affecté un poids et des seuils d'indifférence q_c , de préférence p_c et de véto v_c , (tab 6.11). Le poids total des critères est fixé à 100.

Partant du principe que le service de l'eau ne peut être gratuit, nous affectons plus de poids dans notre évaluation aux critères financiers qu'aux critères techniques et sociaux, même si comme nous l'avons souligné au paragraphe 3.1.3, les critères sociaux sont aussi très importants dans l'AEP des communautés villageoises et des PCU africains.

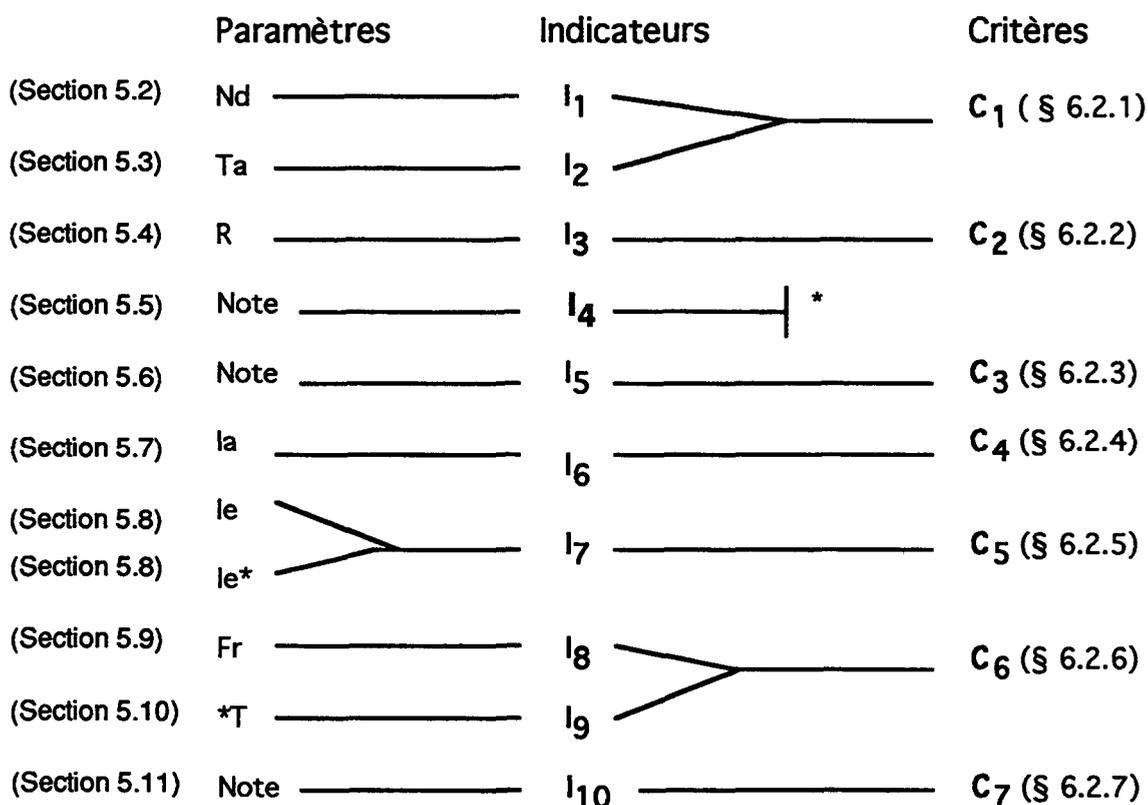
Les poids des critères subiront par la suite des variations pour tester la robustesse du résultat de base de l'évaluation obtenu avec les poids initiaux c'est-à-dire les poids moyens (§ 6.3.3). Leurs amplitudes sont présentées dans le tableau 6.10.

6.2. Définition des critères d'évaluation

Sept critères numérotés de C_1 à C_7 sont définis pour l'évaluation. Un critère est formé par un ou plusieurs indicateurs d'analyse du chapitre 5 (fig. 6.1).

- C_1 et C_7 sont des critères sociaux,
- C_2 et C_3 sont des critères techniques,
- C_4 , C_5 et C_6 sont des critères financiers .

Figure 6.1 Génération des critères par agrégation et filtrage



Nota : *L'indicateur I_4 a été éliminé par filtrage dans la construction des critères parce que le niveau d'évaluation des systèmes pour cet indicateur est trop sommaire . Il ne comporte que deux choix : "normal" ou "avec organes en panne" (tab 5.8).

Les dix systèmes d'AEP à évaluer sont identifiés dans ce chapitre par des symboles S_1 à S_{10} (tab 6.2), dans l'ordre dans lequel ils sont présentés dans la monographie.

Tableau 6.2 Symboles représentant les dix systèmes d'AEP

Système d'AEP	Symbole	Système d'AEP	Symbole
Klouekamé	S ₁	Dosso	S ₆
Boundiali	S ₂	Kollo	S ₇
Katiola	S ₃	Bambey	S ₈
Odjenné	S ₄	Fatick	S ₉
Bougouni	S ₅	M'Backé	S ₁₀

6.2.1. critère C₁ : l'accessibilité technique des ménages au service de l'eau

Ce critère est constitué par agrégation des indicateurs I₁ et I₂ (sections 5.2 et 5.3). Les deux indicateurs sont exprimés en ratio. Comme ils correspondent à des contraintes qui se superposent, leur agrégation est faite en effectuant leur produit :

$$g(C_1) = I_1 \times I_2, \text{ avec}$$

- I₁ : niveau de desserte par le réseau de conduites en fraction du périmètre urbain,
- I₂ : alternatives pour le ravitaillement en eau exprimant la fraction de population pouvant accéder à l'eau du système.

C₁ a un sens de préférence croissant, c'est-à-dire que la performance du système croit avec l'évaluation pour le critère. Il est considéré dans la comparaison comme assez important. Un poids moyen de 12 lui est affecté.

En effet, si le niveau de couverture du périmètre urbain est faible, l'objectif de l'eau potable pour tous ne sera pas atteint.

Les hypothèses suivantes sont retenues pour fixer les seuils :

- une différence de 0.10 entre systèmes n'est pas sensible pour le critère C₁ (seuil q₁),
- la différence devient considérable à partir de 0.20 (seuil p₁),
- lorsqu'un premier système dépasse un second pour ce critère de 0.50, le second ne peut en aucun cas lui être préféré globalement (seuil v₁).

Tableau 6.3. Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C₁

Système d'AEP	Valeur	Système d'AEP	Valeur
S ₁	0.10	S ₆	0.75
S ₂	0.37	S ₇	0.75
S ₃	0.37	S ₈	1.00
S ₄	0.37	S ₉	0.75
S ₅	0.75	S ₁₀	1.00

6.2.2. critère C₂ : le rendement technique du réseau de conduites

Ce critère correspond au rendement technique du réseau de distribution R (indicateur I₃). R est le rapport entre le volume d'eau consommé C et le volume d'eau produit P (voir § 5.4.1 et tab 5.5).

$$g(C_2) = R = \frac{C}{P}$$

L'évaluation est comprise entre 0 et 1. La performance du système d'AEP croit bien sûr avec la valeur de R. Le sens de préférence est donc croissant. Ce critère est considéré dans l'évaluation comme peu important. Un poids moyen de 8 lui est affecté.

Les seuils suivants sont adoptés pour C₂ :

$$q_2 = 0.05 ; p_2 = 0.10 ; v_2 = 0.35$$

Tableau 6.4 Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C₂

Système d'AEP	Valeur	Système d'AEP	Valeur
S ₁	0.90	S ₆	0.75
S ₂	0.88	S ₇	0.85
S ₃	0.90	S ₈	0.76
S ₄	0.90	S ₉	0.91
S ₅	0.77	S ₁₀	0.66

6.2.3. critère C₃ : le niveau d'entretien des installations

L'évaluation pour ce critère est subjective. C₃ est formé par l'indicateur I₅ (tab 5.9 et 5.10). Il traduit l'effort et la politique menée pour la maintenance des installations techniques d'AEP.

$$g(C_3) = I_5$$

Les valeurs du tableau 6.5 correspondent à notre appréciation de la situation le jour de l'enquête sur le terrain. L'évaluation est exprimée dans une échelle ordinale allant de 1 à 5. Le sens de préférence est croissant.

Le critère C₃ est assez important dans l'évaluation. Un poids moyen de 12 lui est affecté. Les seuils suivants sont adoptés :

$$q_3 = 1 ; p_3 = 2 ; v_3 = 4$$

Tableau 6.5 Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C3

Système d'AEP	Valeur	Système d'AEP	Valeur
S ₁	3	S ₆	2
S ₂	5	S ₇	1
S ₃	5	S ₈	4
S ₄	5	S ₉	4
S ₅	3	S ₁₀	4

6.2.4. critère C₄ : le prix relatif de l'abonnement pour le ménage

Ce critère est formé par l'indicateur I₆ dont la valeur correspond à l'indice I_a (tab 5.14).

Nous avons choisi l'indice I_a pour traduire le poids que représente l'acquisition d'un abonnement privé (P_a) en fonction du revenu moyen des ménages (voir § 5.7.1 à 5.7.4).

$$I_a = \frac{P_a}{\text{SMIG annuel}}$$

C₄ est dans une échelle de valeurs cardinales. Il est exprimé en années SMIG. Le sens de préférence est décroissant, c'est-à-dire que la performance du système décroît avec la valeur de l'évaluation. Afin d'avoir un sens croissant pour les besoins de l'évaluation globale, nous avons utilisé pour le critère C₄ les valeurs opposées (valeurs négatives) de I_a dans le tableau d'évaluation (tab 6.6).

$$g(C_4) = -I_6 = -I_a$$

Le critère C₄ est considéré comme peu important dans l'évaluation car le ménage n'est pas toujours obligé d'avoir un BP pour se ravitailler en eau. Il peut s'il y en a, se ravitailler à la BF. Un poids moyen de 8 est affecté à ce critère. Les seuils suivants sont adoptés :

$$q_4 = 0.04 ; p_4 = 0.08 ; v_4 = 0.15$$

Tableau 6.6 Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C₄

Système d'AEP	Valeur	Système d'AEP	Valeur
S ₁	-0.14	S ₆	-0.36
S ₂	-0.05	S ₇	-0.36
S ₃	-0.05	S ₈	-0.03
S ₄	-0.05	S ₉	-0.03
S ₅	-0.87	S ₁₀	-0.03

6.2.5. critère C₅ : le coût relatif de l'eau pour le ménage

Le critère C₅ est formé à partir l'indicateur I₇. Celui-ci vaut I_e pour les ménages ayant un BP et I_e* pour les ménages se ravitaillant aux BF (tab 5.19).

$$I_e = \frac{P_e}{\text{SMIG mensuel}}$$

$$I_e^* = \frac{P_{e^*}}{\text{SMIG mensuel}}$$

P_e et P_e* correspondent respectivement au prix du volume minimum d'eau consommé par un ménage par mois par BP et par BF.

La valeur du système pour C₅ est une agrégation de I_e et I_e* par calcul de leur moyenne, et en considérant les deux hypothèses suivantes :

- pour les systèmes avec BP et BF, la proportion de population concernée par chaque mode de ravitaillement est la même, soit 50 % (§ 5.3.1),
- pour les systèmes n'ayant que des BP, on ne tient compte que de I_e.

$$g(C_5) = -(I_e + I_e^*)/2$$

L'évaluation pour C₅ est en valeurs cardinales adimensionnelles. Le sens de préférence est décroissant. Ce sont donc les valeurs opposées des évaluations qui sont indiquées dans le tableau d'évaluation afin d'obtenir un sens croissant de préférence (tab 6.7).

Compte tenu du niveau d'imprécision de ces données, nous avons opté d'arrondir les valeurs des évaluations pour C₅ (tableau 6.7) aux deux chiffres significatifs supérieurs.

Le critère C₅ est considéré comme important dans l'évaluation. Le prix de l'eau ne doit pas être trop élevé par rapport aux revenus des ménages, sous peine de les voir retourner aux sources alternatives. Un poids moyen de 15 est affecté à ce critère. Les seuils suivants sont adoptés :

$$q_5 = 0.05 ; p_5 = 0.07 ; v_5 = 0.12$$

Tableau 6.7 Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C₅

Système d'AEP	Valeur pour I _e	Valeur pour I _e * **	Valeur pour C ₅
S ₁	0.07	0.10	-0.09
S ₂	0.05	-	-0.05
S ₃	0.05	-	-0.05
S ₄	0.05	-	-0.05
S ₅	0.07	0.14	-0.11
S ₆	0.05	0.08	-0.07
S ₇	0.05	0.08	-0.07
S ₈	0.04	0.05	-0.05
S ₉	0.04	0.05	-0.05
S ₁₀	0.04	0.05	-0.05

** : Pour les PCU sans BF $g(C_5) = - I_e$

6.2.6. critère C₆ : le recouvrement des coûts engagés

Le critère C₆ est constitué par le coefficient de recouvrement Cr. C'est une agrégation des indicateurs I₈ et I₉.

- I₈ correspond à l'indice de recouvrement à la facturation Fr c'est-à-dire le rapport entre le tarif moyen de l'eau et son prix de revient (tab 5.27),
- I₉ correspond au ratio de recouvrement global des factures émises *T (tab 5.32).

C_r est un produit des deux indicateurs car ces derniers représentent des contraintes qui se superposent. Il est en valeurs cardinales adimensionnelles. Le sens de préférence est croissant.

$$g(C_6) = C_r = I_8 \times I_9$$

Le critère C₆ est considéré dans l'évaluation comme le plus important. C'est le critère qui représente la viabilité du système. Son sens de préférence est croissant. Un poids moyen de 30 lui est affecté. Les seuils suivants sont adoptés :

$$q_6 = 0.10 ; p_6 = 0.15 ; v_6 = 0.40$$

Tableau 6.8 Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C₆

Système d'AEP	Valeur	Système d'AEP	Valeur
S ₁	0.46	S ₆	0.58
S ₂	0.19	S ₇	0.58
S ₃	0.46	S ₈	0.21
S ₄	0.25	S ₉	0.29
S ₅	0.41	S ₁₀	0.17

6.2.7. critère C₇ : la qualité du service rendu

Ce critère est formé par l'indicateur I₁₀, la pérennité du service de distribution de l'eau. C'est une évaluation subjective. Elle est donnée dans une échelle ordinale d'une amplitude choisie allant de 1 à 5 (tab 5.34 et 5.35). Le sens de préférence est croissant.

$$g(C_7) = I_{10}$$

Le critère C₇ est important dans l'évaluation, car une mauvaise qualité du service peut conduire les populations à se tourner vers des sources d'eau alternatives. Un moyen poids de 15 lui est affecté. Les seuils suivants sont adoptés :

$$q_7 = 1 ; p_7 = 2 ; v_7 = 4$$

Tableau 6.9 Evaluation des dix systèmes d'AEP pour le critère C7

Systèmes d'AEP	Valeur	Systèmes d'AEP	Valeur
S1	5	S6	2
S2	5	S7	1
S3	5	S8	5
S4	4	S9	4
S5	5	S10	5

6.3. Comparaison des 10 systèmes d'AEP

6.3.1. tableau des évaluations des dix systèmes d'AEP

Rappelons que les évaluations des critères C4 et C5 ont été changées de signe afin que tous les critères aient le sens de préférence croissant.

Les seuils p, q et v figurent dans le tableau 6.11.

Tableau 6.10 Matrice récapitulative des évaluations

Systèmes d'AEP	Critères						
	C1 adminen- sionnel	C2 adimen- sionnel	C3 note	C4 années SMIG	C5 adimen- sionnel	C6 adimen- sionnel	C7 note
S1	1.00	0.90	3	-0.14	-0.09	0.46	5
S2	0.37	0.88	5	-0.05	-0.05	0.19	5
S3	0.37	0.90	5	-0.05	-0.05	0.46	5
S4	0.37	0.90	5	-0.05	-0.05	0.25	4
S5	0.75	0.77	3	-0.87	-0.11	0.41	5
S6	0.75	0.75	2	-0.36	-0.07	0.58	2
S7	0.75	0.85	1	-0.36	-0.07	0.58	1
S8	1.00	0.76	4	-0.03	-0.05	0.21	5
S9	0.75	0.91	4	-0.03	-0.05	0.29	4
S10	1.00	0.66	4	-0.03	-0.05	0.17	5
Poids moyens	12	8	12	8	15	30	15
Amplitude des poids	10 à 25	5 à 12	8 à 15	3 à 10	10 à 20	20 à 40	10 à 20

6.3.2. présentation des systèmes d'AEP de référence b^1 , b^2 et b^3

• **Système b^1** : Il correspond à un système d'AEP techniquement efficace et financièrement viable :

- critère C_1 : le service de l'eau est techniquement accessible à toute la population,
- critère C_2 : le rendement technique du réseau de distribution reste dans les limites de l'économiquement viable, soit $R \geq 0.80$,
- critère C_3 : les installations sont bien entretenues,
- critère C_4 : le prix du branchement privé est à la portée de tous les ménages, soit $I_a \leq 0.04$,
- critère C_5 : le coût de l'eau est à la portée de tous les ménages soit $I_e \leq 0.05$,
- critère C_6 : le recouvrement des coûts engagés est total,
- critère C_7 : le service de l'eau est permanent et avec une pression suffisante.

• **Système b^2** : C'est un système qui fonctionne techniquement assez bien. Les recettes dépassent les frais courants de fonctionnement mais ne couvrent pas la totalité des coûts. Ce système a donc besoin de subventions modérées pour couvrir une partie des amortissements.

- critère C_1 : 75 % des ménages peuvent accéder à l'eau du système,
- critère C_2 : le rendement technique du réseau de distribution vaut 0.70,
- critère C_3 : le niveau d'entretien des installations est satisfaisant,
- critère C_4 : le prix du branchement est au seuil du moyennement supportable soit $I_a = 0.08$,
- critère C_5 : le coût de l'eau est au seuil du moyennement supportable soit $I_e = 0.07$,
- critère C_6 : les frais courants et la moitié des amortissements sont couverts par les recettes soit $C_r = 0.75$,
- critère C_7 : la qualité du service rendu est d'un niveau suffisant.

• **Système b^3** : C'est un système non "équilibré", il accuse quelques défaillances techniques, mais il pourrait assurer un service moyen sous réserves qu'il bénéficie de fortes subventions, notamment pour la prise en charge des amortissements.

- critère C_1 : le service de l'eau est accessible à 50 % des ménages,
- critère C_2 : le rendement technique du réseau de distribution est égal à 0.65 (limite au delà de laquelle il revient plus économique de réaliser de nouveaux investissements pour changer les conduites),
- critère C_3 : le niveau d'entretien des installations est moyen,
- critère C_4 : le prix du branchement est au seuil de l'insupportable, soit $I_a = 0.12$ (tab 5.12),

- critère C₅ : le coût de l'eau est au seuil de l'insupportable, soit $I_e = 0.11$ (tab 5.17),
- critère C₆ : seuls les frais courants sont couverts par les recettes encaissées, soit $C_r = 0.50$,
- critère C₇ : la qualité du service est moyenne.

Les évaluations correspondantes de ces trois systèmes de référence figurent dans le tableau 6.11.

Tableau 6.11 Evaluation des systèmes de référence, nature* et seuils des critères

Systèmes d'AEP	Critères						
	C1 Soc*.	C2 Tec.	C3 Tec	C4 Fin.	C5 Fin.	C6 Fin.	C7 Soc.
b1	1.00	0.80	5	-0.04	-0.05	1.00	5
b2	0.75	0.70	4	-0.08	-0.07	0.75	4
b3	0.50	0.65	3	-0.12	-0.11	0.50	3
Seuil qc d'indifférence	0.10	0.05	1	0.04	0.05	0.10	1
Seuil pc de préférence	0.20	0.10	2	0.08	0.07	0.15	2
Seuil vc de véto	0.50	0.35	4	0.15	0.12	0.40	4

* Soc : critère social ; Tec : critère technique ; Fin : critère financier

6.6.3. recherche du résultat de base et analyse de robustesse

Le résultat de base de l'analyse par ELECTRE TRI est obtenu avec les poids moyens figurant dans le tableau 6.10. C'est l'analyse de base (analyse 1). Dans cette analyse, les critères techniques (C₂ et C₃) totalisent 20 % du poids total, les critères sociaux (C₁ et C₇) totalisent 27 % du poids total et les critères financiers (C₄, C₅ et C₆) en totalisent 53 % (tab 6.12).

Les critères sociaux représentent donc la moitié en poids des critères financiers.

Nous avons décidé de maintenir fixes les poids des critères techniques. Seuls les poids des critères sociaux et ceux des critères financiers subissent des modifications pour les tests de robustesse.

Pour l'analyse 2 (premier test de robustesse du résultat de base), les critères sociaux totalisent 20 % du poids total et les critères financiers en totalisent 60 %. Les critères sociaux représentent donc le tiers en poids des critères financiers (tab 6.12 et 6.13).

Pour l'analyse 3 (deuxième test de robustesse du résultat de base), les critères sociaux totalisent 40 % du poids total et les critères financiers également 40 % (tab 6.12 et 6.13).

On pourrait poursuivre l'analyse de robustesse en adoptant d'autres combinaisons de poids. D'autre part, on pourrait faire varier les seuils des critères (q , p et v). Mais nous avons décidé de nous limiter aux deux tests de robustesse.

Tableau 6.12 Poids des critères dans l'analyse de robustesse

Test de robustesse	Critères						
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
Analyse 2	10	8	12	7	18	35	10
Analyse 3	23	8	12	3	12	25	17

Tableau 6.13 Proportions de poids des groupes de critères selon l'analyse

Groupes de critères	Analyse 3	Analyse 1	Analyse 2
Critères techniques	20	20	20
Critères sociaux	40	27	20
Critères financiers	40	53	60
Totaux	100	100	100

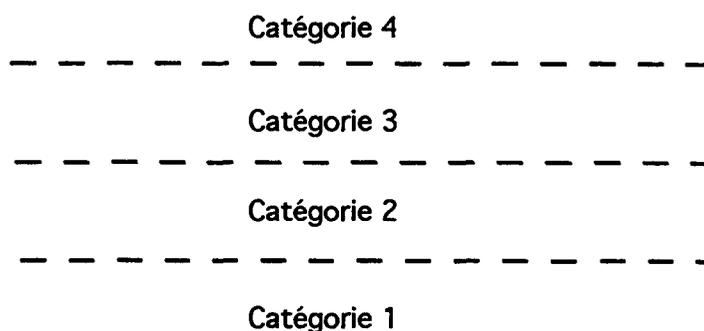
Nous avons retenu dans l'application de ELECTRE TRI un seuil de coupe de 0.70 (voir § 3.5.6).

Les trois systèmes de référence bornent quatre catégories de systèmes d'AEP (fig. 6.14). La catégorie 4 correspond aux meilleurs systèmes et la catégorie 1 aux plus mauvais.

ELECTRE TRI prévoit deux procédures de classement :

- la procédure pessimiste, où les systèmes regroupés dans une même catégorie surclassent le système de référence de niveau inférieur,
- la procédure optimiste, où les systèmes regroupés dans une même catégorie sont surclassés par le système de référence de niveau supérieur.

Figure 6.14 Délimitation des catégories avec trois systèmes d'AEP de référence



6.3.4 présentation et commentaire des résultats

L'analyse de base effectuée avec les poids moyens affectés aux critères (tab 6.10) aboutit à un résultat quasi-stable (tab 6.15 et fig. 6.16.a). L'évaluation par ELECTRE TRI les affecte tous dans les catégories 1 ou 2 délimitées par les trois systèmes de référence, même dans l'affectation optimiste. Les tests de robustesse ne changent pas de manière sensible les affectations dans les catégories (fig. 6.16 b et c). Ainsi ces systèmes d'AEP se retrouvent tous en zone non satisfaisante à l'exception de S₁ que l'analyse 3 place en zone moyennement satisfaisante (catégorie 3 optimiste et catégorie 3 pessimiste).

Au vu de ces résultats, il serait possible de différencier plus finement les 9 systèmes d'AEP (autres que S₁) en sélectionnant des systèmes d'AEP de référence avec des caractéristiques un peu différentes.

D'une manière générale ce sont les systèmes S₁, S₃, S₈ et S₉ qui semblent les plus proches de la zone moyennement satisfaisante sans vraiment y entrer.

Les systèmes S₆ et S₇ sont les moins bien classés ; ce qui confirme bien les résultats de l'analyse par indicateurs du chapitre 5. Leurs installations ne sont pas bien entretenues et la qualité du service assuré est médiocre à cause d'une insuffisance des ressources en eau et à cause d'une insuffisance de la capacité des installations techniques à faire face à la demande en eau (voir § 5.11.2).

Mais d'une manière générale, il n'y a pas de différence fondamentale entre les dix systèmes d'AEP.

La plupart de ces systèmes ont une bonne évaluation pour les critères techniques : le rendement technique du réseau de conduites est bon pour quasiment tous (tab 5.5) et les installations sont bien entretenues pour certains (tab 5.10).

L'évaluation pour les critères sociaux n'est que moyenne pour certains et même médiocre pour d'autres : le niveau de couverture du périmètre urbain est insuffisant (tab 5.2), et les populations qui ne peuvent pas payer le prix du BP sont exclues du bénéfice du service de l'eau dans les systèmes S2, S3 et S4 (tab 5.4).

Mais pour les critères financiers, l'évaluation est mauvaise pour l'ensemble des dix systèmes d'AEP :

- le prix du branchement est trop élevé pour les revenus des populations lorsqu'il n'y a pas de politique de branchement subventionné (tab 5.13)
- le coût de l'eau est trop élevé pour les revenus d'un ménage moyen (voir fig. 5.20 et 5.21).
- les coûts engagés ne sont pas couverts (fig. 5.29 et tab 5.32), en particulier parce que les administrations de l'Etat ne payent pas leur facture d'eau.

Tableau 6.15 Tableau des résultats de l'analyse de base par ELECTRE TRI

• Résultat de l'affectation des systèmes dans les catégories (pessimiste)

- Catégorie 1
- S2
- S4
- S5
- S6
- S7
- S10
- Catégorie 2
- S1
- S3
- S8
- S9
- Catégorie 3
- Catégorie 4

• Résultat de l'affectation des systèmes dans les catégories (optimiste)

- Catégorie 1
- S6
- S7
- Catégorie 2
- S1
- S2
- S3
- S4
- S5
- S8
- S9
- S10
- Catégorie 3
- Catégorie 4

• Matrice des relations de surclassement

- S1: > < <
- S2: R < <
- S3: > < <
- S4: R < <
- S5: R < <
- S6: < < <
- S7: < < <
- S8: > < <
- S9: > < <
- S10: R < <

• Matrice de concordance (C(Si,b))

1.000	0.660	0.500
0.664	0.580	0.580
0.964	0.580	0.580
0.664	0.580	0.580
0.920	0.620	0.305
0.920	0.350	0.230
0.650	0.350	0.230
0.700	0.700	0.700
0.700	0.700	0.580
0.700	0.700	0.620

• Matrice de concordance (C(b,Si))

0.650	0.800	0.920
0.515	0.920	0.952
0.515	0.920	0.920
0.665	0.920	0.920
0.650	0.968	1.000
0.800	1.000	1.000
0.800	0.920	1.000
0.495	0.844	1.000
0.645	0.900	0.920
0.575	0.860	1.000

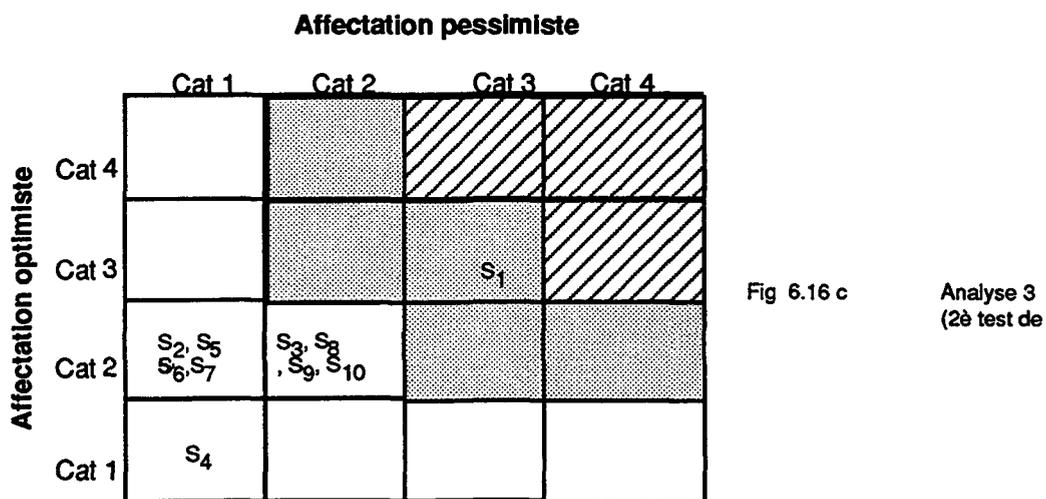
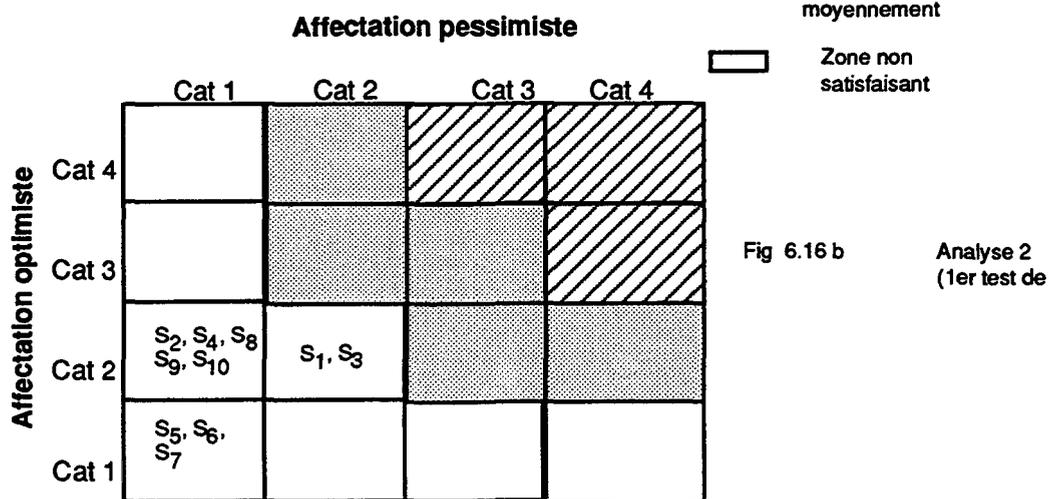
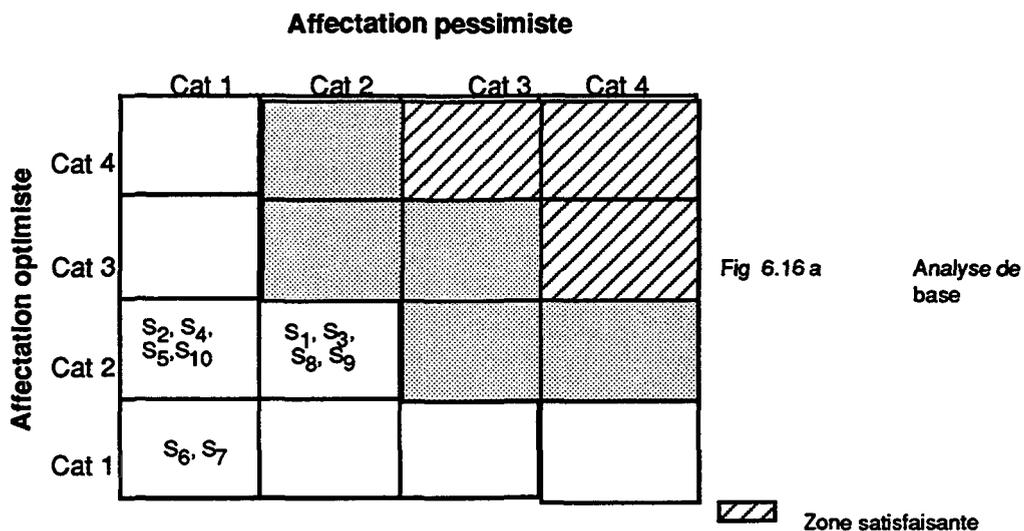
• Matrice de degré de crédibilité (δ (Si,b))

1.000	0.660	0.000
0.664	0.000	0.000
0.964	0.552	0.000
0.664	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000
0.700	0.000	0.000
0.700	0.000	0.000
0.653	0.000	0.000

• Matrice de degré de crédibilité (δ (b,Si))

0.000	0.800	0.920
0.510	0.920	0.952
0.425	0.920	0.920
0.665	0.920	0.920
0.650	0.968	1.000
0.800	1.000	1.000
0.800	0.920	1.000
0.000	0.844	1.000
0.645	0.900	0.920
0.000	0.860	1.000

Figure 6.16. Présentation graphique des résultats d'affectation des dix systèmes d'AEP dans les catégories (ELECTRE TRI)



CHAPITRE 7 CAS TYPE D'UN PROJET D'AEP POUR UN PETIT CENTRE URBAIN

7.1. Objectifs de l'étude

Il existe de nos jours deux approches dans la mise en place d'un système d'AEP en Afrique :

- L'approche d'hydraulique urbaine : Pour un centre considéré comme urbain, on réalise un système d'AEP urbain, c'est-à-dire un réseau de conduites de distribution (voir § 1.4.1) avec la possibilité pour l'utilisateur d'avoir un BP ou de se ravitailler à la BF. Les coûts d'investissement et les charges d'exploitation sont élevées, mais le niveau du service assuré l'est aussi. La gestion du système revient à une Société nationale.

- L'approche d'hydraulique rurale : Pour un centre considéré comme rural (ou centre secondaire), on réalise un système dit d'hydraulique villageoise, c'est-à-dire des forages ou des puits équipés de pompes manuelles. La gestion des installations revient à la population.

En Côte d'Ivoire, on a réalisé pour quelques villages des systèmes dits d'hydraulique villageoise améliorée, comportant une pompe électrique au forage, un château d'eau et quelques BF ; le tout étant géré par le village. Ce type d'AEP se rencontre aussi dans certains centres secondaires au Mali et au Niger.

Cependant, le résultat de l'évaluation des dix systèmes d'AEP (chap.5 et 6) montre bien que le type urbain n'est pas toujours le plus adéquat pour les conditions socio-économiques dans les PCU africains. L'option hydraulique villageoise ne doit donc plus être rejeté systématiquement pour les PCU d'autant plus que l'organisation sociale et les conditions économiques de leurs populations ne sont pas sensiblement différentes de celles des populations des centres ruraux.

Des combinaisons des approches traditionnelles et de nouvelles propositions technologiques pourraient mieux convenir aux besoins des PCU africains. En particulier nous proposons au paragraphe 7.3.4 un dispositif nouveau appelé poste de distribution collective (PDC) qui permet de supprimer le gérant de borne fontaine (le fontainier) du système du circuit de ravitaillement en eau. La présence de celui-ci augmente considérablement le prix de l'eau au consommateur (voir § 5.8.5).

L'aide multicritère à la décision contribue à identifier la meilleure variante. Il faut pour cela identifier les variantes potentielles pour l'AEP du PCU et construire une famille cohérente de critères qui serviront à départager ces variantes.

Pour illustrer cette approche, nous avons construit un cas fictif type de PCU africain. La grande similitude entre les systèmes d'AEP étudiés ainsi qu'entre les données démographiques, socio-économiques et environnementales des PCU africains permet de construire ce cas type (voir chap. 4). Les données de base de ce cas type dérivent des cas étudiés (monographie, vol 2).

7.2. Description du petit centre urbain

7.2.1. les données démographiques et d'urbanisme

La ville type de Gondo est située en zone sahélienne. Sa population est estimée pour l'année 1995, année de référence et de l'étude à 15 000 habitants. Le taux d'accroissement démographique annuel est estimé à 2.5 %.

La ville s'étend sur une superficie de 120 ha. Le terrain est assez plat. On distingue les quartiers suivants :

- un quartier administratif et commercial au centre-ouest avec des bâtiments en matériaux durables,
- 3 quartiers résidentiels de niveau modeste au centre, à l'est et au centre nord, avec essentiellement des constructions en terre,
- un quartier résidentiel de moyen standing du côté sud avec des constructions en matériaux durables,
- un nouveau quartier résidentiel en construction au nord où se mélangent des bâtiments en matériaux durables et des bâtiments en argile.

On estime que jusqu'à l'échéance du projet, le périmètre urbain se densifiera, mais ne s'étalera pas d'avantage.

On ne prévoit aucune industrie ayant des besoins en eau à prendre en compte avant l'échéance.

Les besoins en eau du cheptel ne sont pas pris en compte dans le projet. L'abreuvement se fait directement dans les mares et dans les rivières situées dans les zones de pâturage.

7.2.2. les ressources en eau

Il n'y a pas de cours d'eau ou de lac permanent à proximité de Gondo. La population se ravitaille en eau aux puits privés.

Des investigations hydrogéologiques ont prouvé une grande richesse du sous-sol en eau. Un forage d'essai F1, réalisé du côté ouest de la ville a donné un débit exploitable de 40 m³/h. On estime qu'il est possible d'exploiter à ce débit jusqu'à 3 forages simultanément dans la zone de F1.

L'AEP se fera donc à partir des forages.

7.2.3. les données socio-économiques

L'agriculture constitue l'essentiel des activités économiques de Gondo. On y rencontre quelques commerçants et des marchands de produits locaux, ainsi que quelques fonctionnaires de l'Etat. Le revenu de la population est à peine suffisant pour assurer le minimum vital.

7.3. Le projet d'AEP

7.3.1. données de base pour les calculs

L'échéance du projet est fixée à l'an 2005, soit 10 ans à partir de l'année de l'étude. Ce qui correspond à une population de 19 000 habitants.

On considère que la totalité de la population doit pouvoir s'alimenter en eau à partir du système d'AEP.

Six variantes correspondant chacune à un niveau de service sont identifiées. Ces variantes sont présentées dans l'ordre croissant du niveau de service qu'elles offrent. Les besoins en eau des services publics sont estimés à environ 140 m³/j. Le pourcentage qu'ils représentent par rapport aux besoins domestiques varie donc selon la variante.

Pour les calculs, les coefficients suivants sont retenus (non valables pour la variante 1) :

- un taux de pertes d'eau de 10 %, soit un coefficient majorateur des besoins en eau de 1.1,
- un coefficient de pointe journalière C_{pj} de 1.2,
- un coefficient de pointe horaire C_{ph} de 2,
- un temps de pompage journalier de 18 heures.

Le traitement de l'eau se limite à une désinfection à l'hypochlorite de calcium et à une neutralisation à la chaux (sauf pour la variante 1 pour laquelle il n'y a pas de traitement).

La répartition des débits desservis par les conduites est faite proportionnellement à leur longueur, le réseau étant plus dense dans les quartiers de grande consommation. Les conduites sont en PVC.

7.3.2. variante 1

Elle correspond à l'hydraulique villageoise (voir section 7.1). L'AEP se fait à partir de forages équipés de pompes manuelles. Ce qui constitue une amélioration dans la qualité de l'eau et du niveau de service par rapport aux puits.

On compte un forage pour 800 habitants (valeur proche des recommandations au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire). Les débits demandés dans ce cas étant très faibles, il n'y a pas de limitation du nombre de forages en exploitation simultanée.

La population devra s'organiser par quartier pour la gestion de leur point d'eau, notamment pour l'entretien de l'équipement du forage. Les redevances seront fixées conformément aux charges.

On estime les besoins en eau domestique à 15 l/j.hab. Ceux des services publics de l'Etat ne sont pas pris en compte. Les ministères concernés peuvent réaliser un forage pour leurs bâtiments si nécessaire.

7.3.3. variante 2

Le projet comporte un réseau de conduites de distribution. Les modes de ravitaillement sont :

- les bornes fontaines (BF) pour l'usage domestique à raison de 20 l/j.hab,
- des branchements privés (BP) pour les services publics ; les besoins en eau totaux correspondants sont estimés à environ 35 % des besoins domestiques.

Cette variante correspond à l'hydraulique villageoise améliorée avec les BP des services publics en plus.

La gestion du système sera assurée par la société nationale de distribution d'eau ou éventuellement par un service structuré dépendant de la municipalité. Comme la pratique actuelle, les BF seront tenues par des fontainiers privés qui devront souscrire à un abonnement auprès de la société de gestion. L'accès à l'eau n'est possible qu'aux heures d'ouverture des BF, soit de 6 heures à 19 heures.

Les usagers paieront l'eau à la BF. Le prix d'achat comprendra 100 Fcfa/m³ d'eau en sus pour la rémunération du fontainier, soit pour ce dernier un revenu mensuel de 30 000 Fcfa environ (si l'on considère qu'une BF dessert 500 habitants). Ce qui est proche du SMIG dans les pays d'Afrique de l'Ouest.

La consommation des services publics est payée par le trésor public. On votera chaque année le montant approximatif correspondant, dans le budget du service, qu'on versera à la société en début d'exercice. Le solde avec la consommation réelle est réglé en même temps que les redevances de la nouvelle année, sous peine que l'eau leur soit coupée.

7.3.4. variante 3

Cette variante est une innovation que nous proposons. Elle est inspirée du principe des branchements collectifs réalisés par certaines sociétés d'exploitation sur la conduite publique pour des groupes de ménages, pour ensuite les équiper de BP à domicile.

La variante 3 comporte un réseau de conduites de distribution avec les modes de ravitaillement suivants :

- des postes de distribution collective (PDC) pour l'usage domestique (voir ci-après) à raison de 32 l/j.hab ; le niveau de service est un compromis entre les BP à domicile et les BF,
- des BP pour les services publics dont les besoins totaux sont estimés à environ 25 % des besoins domestiques.

La gestion du système est de type centralisée comme décrite à la variante 2.

Les postes de distribution collective (PDC) :

Les PDC sont des espaces aménagés dans des places publiques pour abriter les robinets de prise des ménages environnants. Ils sont composés d'un mur équipé de robinets espacés d'un mètre, avec un socle pour recevoir les récipients d'eau (fig 7.2). Les PDC sont placés en lieu et place des BF.

La distance maximale entre sites de PDC est prise égale à 200 m, soit 100 m au maximum entre usager et PDC.

Comme la superficie moyenne d'une parcelle d'habitation est voisine de 300 m² dans les centres urbains en Afrique de l'ouest, il y aura entre 6 et 8 ménages par PDC soit au total environ 270 PDC sur le réseau de Gondo.

Afin de minimiser les coûts, on réalisera quatre PDC sur un site (dans un carrefour par exemple) alimenté à partir d'un seul branchement sur la conduite publique (fig. 7.1 et fig. 7.2).

Un té de dérivation tenant lieu de branchement collectif est réalisé sur la conduite publique pour alimenter les PDC. La conduite de dérivation de 33.6 mm de diamètre en PVC, la rampe et les tés de distribution sont réalisés dans le cadre du projet. A chaque ménage est affecté un compteur et un robinet de prise qu'il fermera au cadenas. La souscription du ménage à un abonnement se fera après paiement des frais suivants :

- la garantie du compteur,
- le prix et les frais de mise en place du robinet de puisage.

Ces frais sont pris égaux à 15 000 Fcfa dans notre cas , soit environ la moyenne entre les frais d'acquisition du BP social en Côte d'Ivoire et ceux du branchement social au Sénégal.

Le réseau de conduites est le même que pour la variante 2. Mais certaines conduites sont de diamètre plus gros à cause de l'augmentation des débits à transiter (fig. 7.3).

On peut citer plusieurs avantages importants pour les PDC :

- le fontainier est éliminé du circuit de ravitaillement, diminuant le prix de vente de l'eau de 100 Fcfa le m³ par rapport aux BF,
- l'accès est libre pour chaque ménage à tout moment,
- le paiement se fait par mois et non à chaque ravitaillement comme c'est le cas avec les BF,
- le coût de l'abonnement est minimal,
- le réseau de conduites revient moins cher qu'avec des BP car il est limité aux rues principales,
- les besoins en personnel de relevé de consommation et de maintenance sont moindres par rapport aux variantes 4, 5 et 6 ci-après à cause du regroupement des compteurs.

7.3.5. variante 4

Cette variante correspond aux systèmes classiques dans les centres urbains en Afrique. C'est une combinaison des variantes 2 et 6. Il s'agit d'un réseau de conduites de distribution avec les modes de ravitaillement suivants :

- des BP pour environ 50 % de la population à raison de 55 l/j.hab,
- des BF pour environ 50 % de la population à raison de 20 l/j.hab,
- des BP pour les services publics dont les besoins totaux sont estimés à environ 20 % des besoins domestiques.

Le réseau de conduites est dense pour permettre à tout ménage de pouvoir obtenir un BP (fig. 7.4).

Le système de gestion des installations est centralisé (voir variante 2). La souscription à l'abonnement pour un BP se fait aux frais réels du branchement, soit 120 000 Fcfa dans le cas de Gondo.

7.3.6. variante 5

C'est une combinaison entre les variantes 3 et 6. Le réseau de conduites est du même type que celui de la variante 4 (fig. 7.4). Mais certains diamètres sont plus gros à cause de l'augmentation des débits. Le ravitaillement en eau se fait suivant les modes suivants :

- des PDC pour environ 50 % de la population à raison de 32 l/j.hab,
- des BP pour environ 50 % de la population à raison de 55 l/j.hab,
- des BP pour les services publics dont les besoins totaux sont estimés à environ 15 % des besoins domestiques.

L'abonnement aux PDC se fait comme décrit à la variante 3, et pour un BP comme décrit à la variante 4.

La variante 5 exclut du bénéfice du service de l'eau les ménages qui n'ont pas les moyens ou ne veulent pas payer les frais d'abonnement aux PDC.

7.3.7. variante 6

Cette variante correspond aux systèmes d'AEP dans les pays industrialisés. Mais c'est aussi le système d'AEP des trois PCU de la Côte d'Ivoire figurant dans la monographie. Le ravitaillement en eau se fait exclusivement par BP à raison de 52 l/j.hab. C'est la plus contraignante pour l'accès au service de l'eau, mais c'est aussi le niveau de service le plus élevé. Les besoins en eau totaux des services publics sont estimés à environ 15 % des besoins domestiques.

Les conditions d'acquisition du BP sont celles décrites à la variante 4. Ce qui exclut du bénéfice du service de l'eau les ménages qui n'ont pas les moyens de payer les frais d'abonnement privé.

Le tracé du réseau de conduites est le même qu'en variantes 4 et 5 (fig. 7.4). Mais les diamètres sont plus gros à cause de l'augmentation des débits.

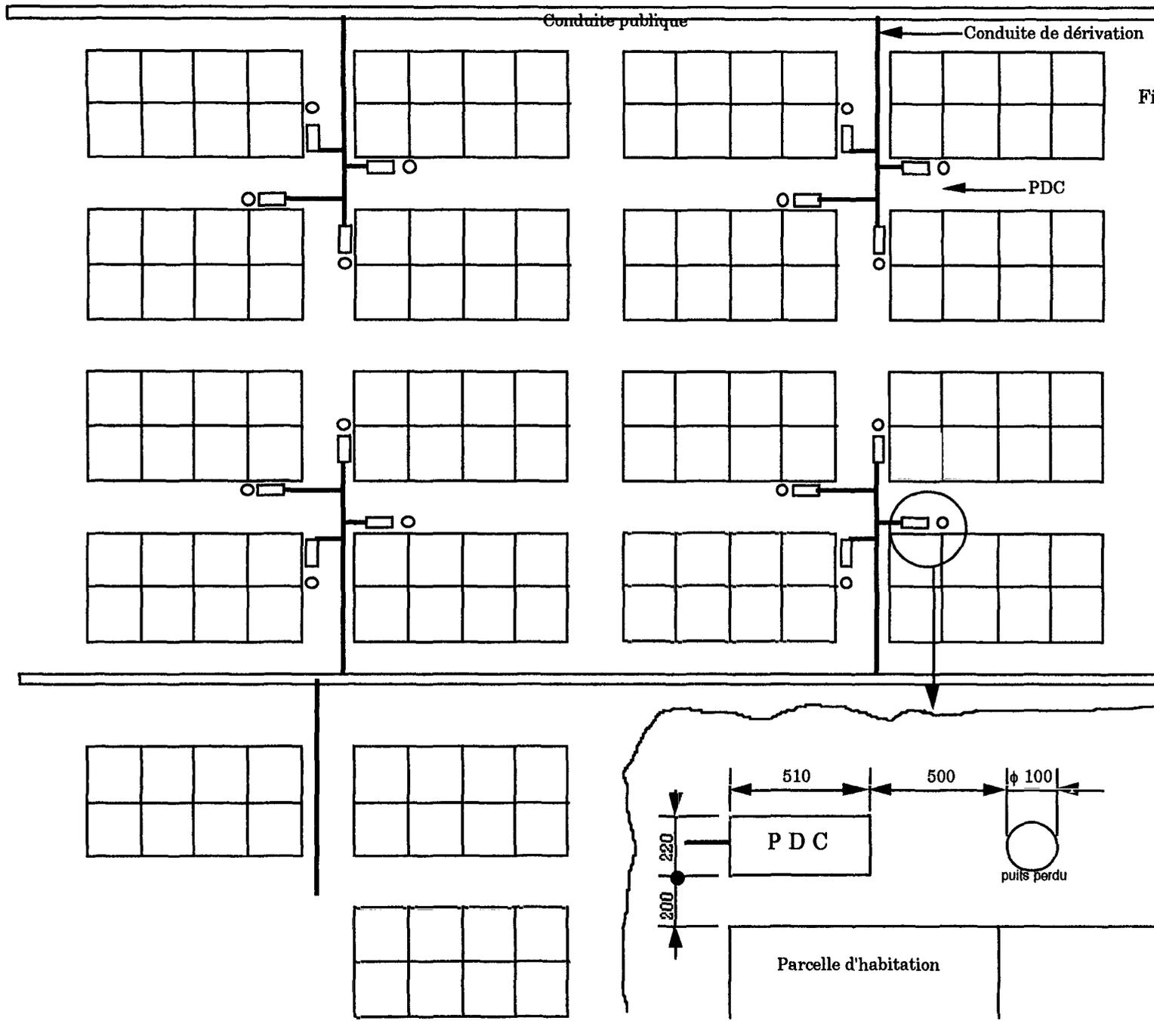


Figure 7.1 Schéma de position des P D C dans un lotissement carré

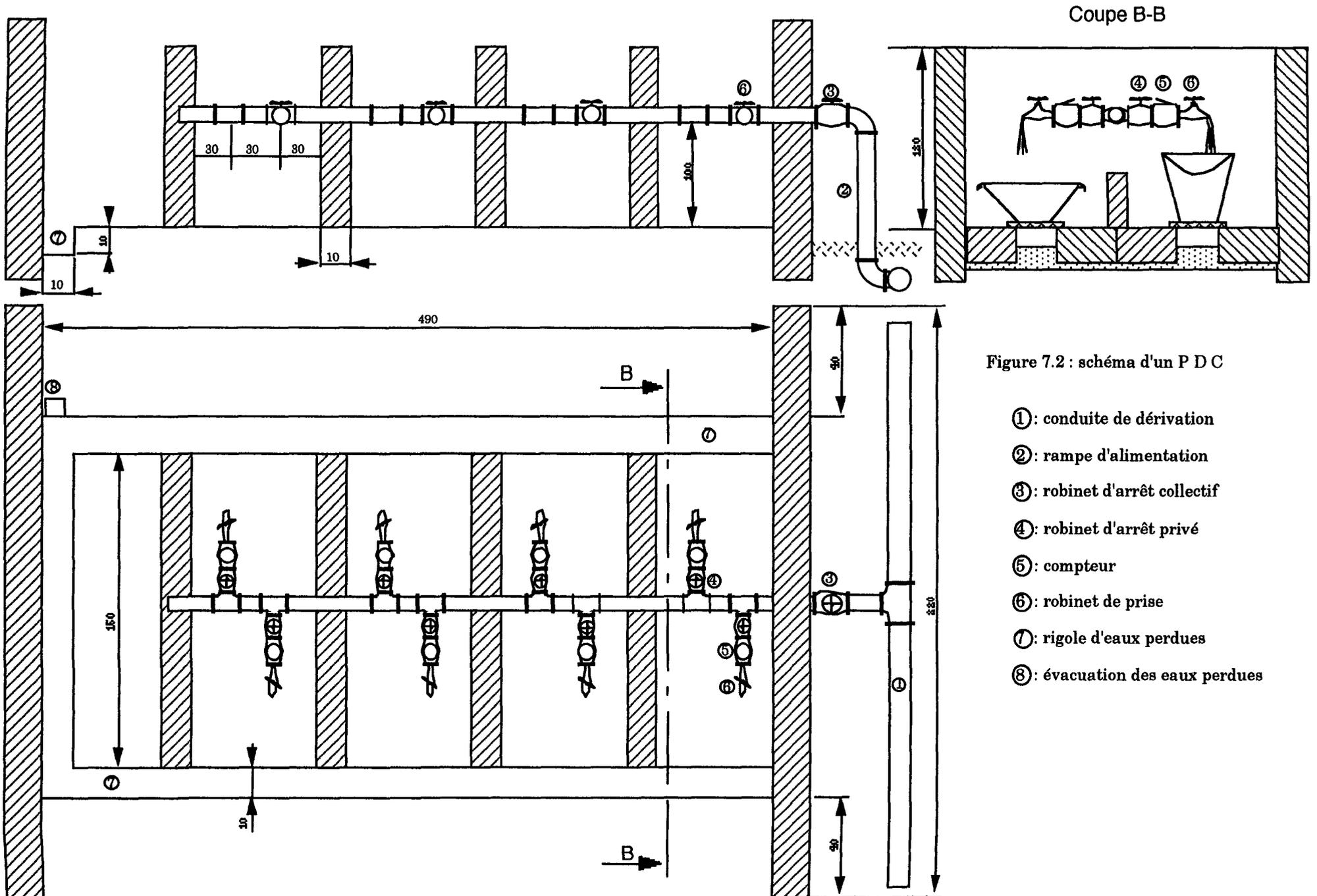


Figure 7.3 Schéma du réseau de distribution pour les variantes 2 et 3 (longueur totale 11.9 km)

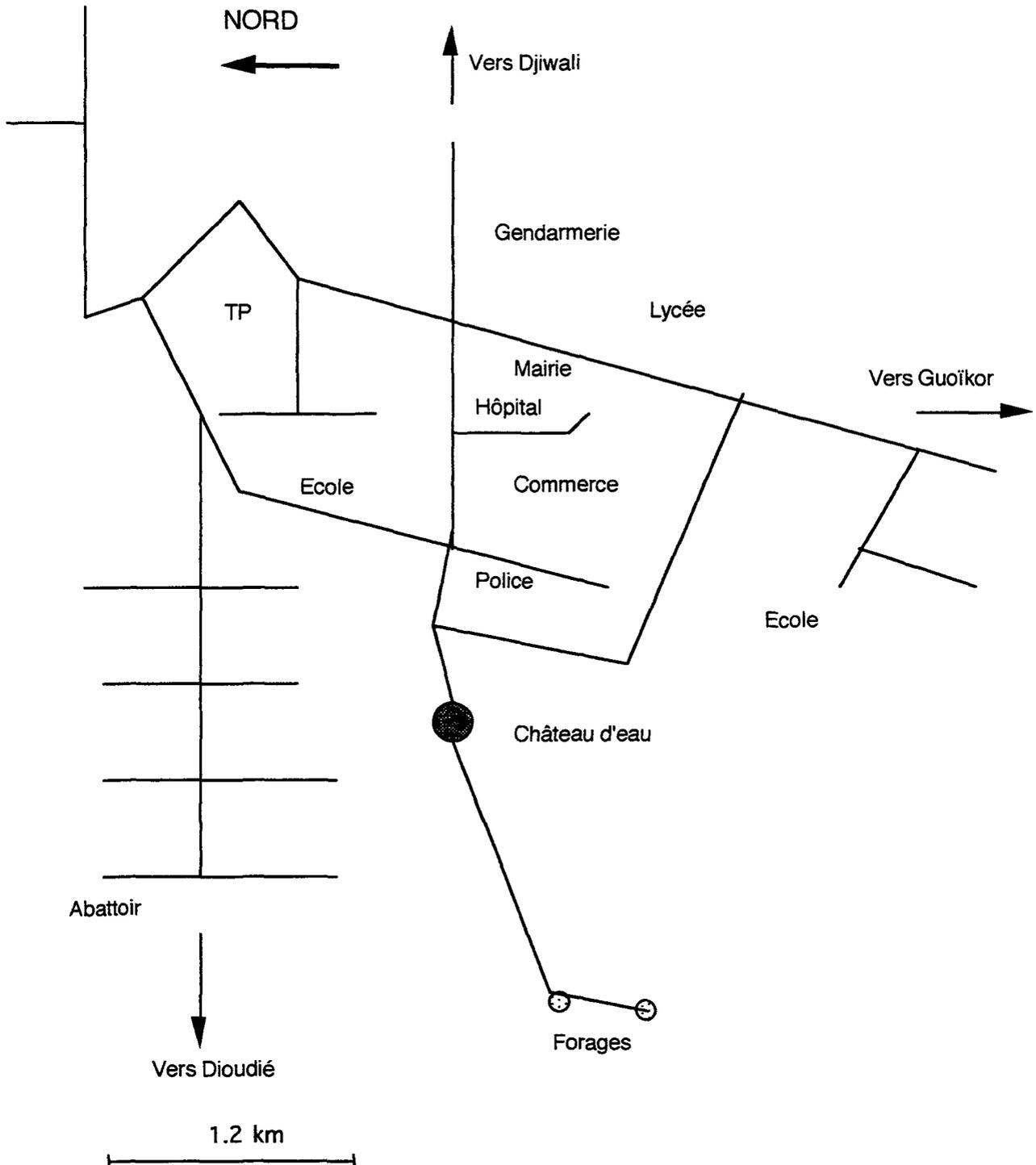
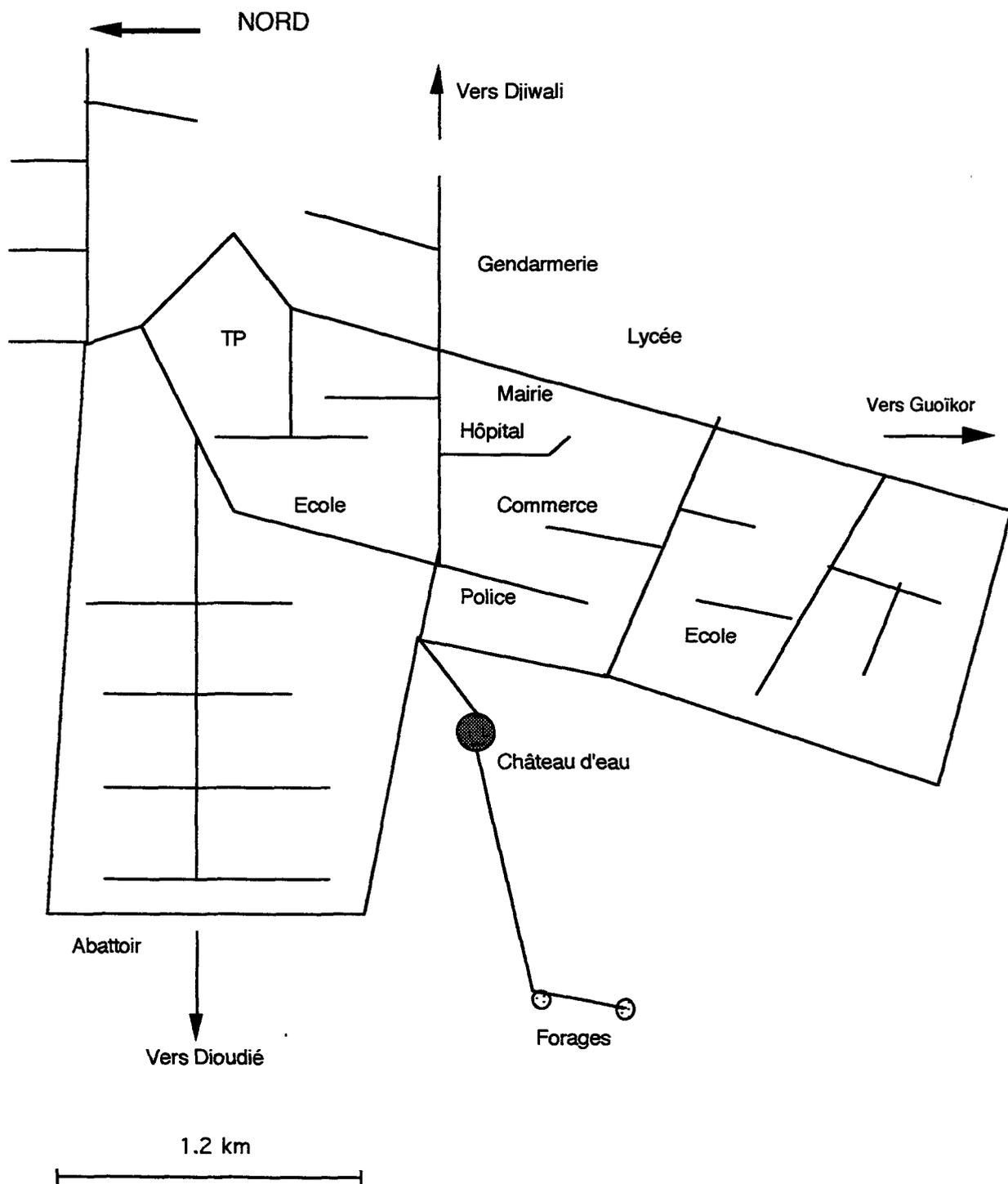


Figure 7.4. Schéma du réseau de distribution pour les variantes 4, 5 et 6 (longueur totale 17.1 km)



7.3.8. résumé des six variantes du projet

- Les règles de conception appliquées pour construire les six variantes :
 - règle 1 : système avec pompe manuelle
 - règle 2 : système avec réseau de conduites
 - règle 3 : service avec BF
 - règle 4 : service avec PDC
 - règle 5 : service avec BP
 - règle 6 : prise en compte des besoins des services publics
 - règle 7 : traitement de l'eau
 - règle 8 : gestion par quartier
 - règle 9 : gestion centralisée
 - règle 10 : nécessité de payer des frais de branchement.

Tableau 7.5 Check list des règles de conception des six variantes

Stratégies	Variantes					
	V1	V2	V3	V4	V5	V6
1	X					
2		X	X	X	X	X
3		X		X		
4			X		X	
5				X	X	X
6		X	X	X	X	X
7		X	X	X	X	X
8	X					
9		X	X	X	X	X
10			X		X	X

- Les données techniques

Rappels :

- B^0 correspond aux besoins en eau nets du jour moyen de l'année
- B correspond à la production d'eau du jour moyen de l'année, y compris les pertes d'eau
- B^* correspond à la production du jour de pointe
- Q^* correspond à la demande en eau du réseau à l'heure de pointe du jour de pointe.

Tableau 7.6. Récapitulatif des données techniques des six variantes

Données techniques	Unités	Variantes					
		V1	V2	V3	V4	V5	V6
Besoins nets B ⁰	m ³ /j	290	510	760	845	960	1100
Production moyenne B	m ³ /j	-	560	830	930	1060	1200
Production de pointe B*	m ³ /j	-	670	1000	1100	1270	1400
Distribution de pointe Q*	l/s	-	16	27	32	36	37
Longueur du réseau	k m	0	11.9	11.9	17.1	17.1	17.1
Nbre de BF	U	0	26	0	13	0	0
Nbre de PDC	U	0	0	270	0	135	0
Nbre de forages	U	24	2	2	2	2	2
Capacité du château d'eau	m ³	0	200	200	300	400	400

• Les données économiques

Les calculs sont faits pour les 10 premières années. Les coûts et la production d'eau sont actualisés à l'année zéro à 8 % par an. On estime qu'après 10 années de service, les investissements initiaux auront une valeur dite résiduelle qu'il faut déduire des amortissements.

Les investissements comprennent :

- le réseau de conduites et les équipements divers,
- le château d'eau,
- les forages et leur équipement de pompage,
- les BF pour les variantes 2 et 4, les PDC pour les variantes 3 et 5.

Les dépenses de fonctionnement comprennent :

- la maintenance des installations,
- la consommation en énergie électrique et en réactifs de traitement,
- le personnel,
- les dépenses diverses de service (véhicules, bureau etc).

Tableau 7.7. Récapitulatif des données économiques des six variantes

Données	Unités	Variantes					
		V1	V2	V3	V4	V5	V6
Investissements initiaux I ₀	M.Fcfa	96	380	416	475	500	485
CMS* de l'investissement	K.Fcfa/hab	5.05	20	21.9	25	26.3	25.5
Valeur résiduelle de I ₀ après 10 ans	M.Fcfa	42	165	181	206	217	210
Σ.investissements à amortir	M.Fcfa	66	215	235	276	298	305
Σ.des dépenses sur les 10 ans	M.Fcfa	2.4	110	175	206	209	204
Production sur 10 ans	M.m3	0.9	1.3	1.8	2	2.4	2.7
Prix de revient	Fcfa/m3	76	250	228	241	211	188
Frais courants (sans les amortis.)	Fcfa/m3	2.7	85	97	103	87	76
Coût total de l'eau au consommateur	Fcfa/m3	76	350**	228	341**	211	188
Coût au consommat. sans les amortis.	Fcfa/m3	2.7	185**	97	203**	87	76

*Coûts moyens spécifiques

**Il s'agit de ce que paye l'utilisateur de BF

7.4. Construction des critères de comparaison

7.4.1. définition des critères

Certains critères utilisés pour l'évaluation des dix systèmes d'AEP (chap.6) ne conviennent pas à la problématique posée ici.

En effet, il s'agit ici d'effectuer un choix entre plusieurs variantes d'un projet. Les critères C₂, C₃, et C₇ du chapitre 6 ne seront pas discriminants car toutes les variantes sont considérées comme ayant l'évaluation maximale en fonction de ces critères. Par contre, les critères C₁, C₄, C₅ et C₆ du chapitre 6 sont pertinents pour l'évaluation des ces variantes.

Nous avons identifié pour la comparaison des six variantes sept critères numérotés J₁ à J₇ dont trois sont de nature sociale et quatre de nature financière (tab 7.8) :

- certains ont été employés dans le chapitre 6 ;
- d'autres correspondent à des critères employés au chapitre 6, mais ils sont modifiés dans leur formulation et dans leur contenu pour correspondre à la problématique posée dans ce chapitre ;
- d'autres enfin sont nouveaux.

Tableau 7.8 Nature des critères J et correspondance avec les critères C

Critères	Nature du critère	Correspondance dans le chap.6
J ₁	social	C ₁
J ₂	social	nouveau
J ₃	financier	nouveau
J ₄	financier	C ₄ modifié
J ₅	financier	C ₅ modifié
J ₆	financier	C ₆ modifié
J ₇	social	nouveau

Le poids total des critères est fixé à 100. Les poids moyens affectés aux critères ainsi que l'amplitude de ces poids figurent dans le tableau 7.9. Par la suite, nous ferons varier le poids des critères pour tester la robustesse du résultat de base obtenu avec les poids moyens. Comme nous l'avons fait au chapitre 6 pour l'évaluation des dix systèmes d'AEP, nous avons affecté plus de poids aux critères financiers qu'aux critères sociaux dans la comparaison des six variantes car les contraintes financières sont les plus importantes pour l'accès des populations au service de l'eau potable en Afrique.

Pour la distribution normée des poids moyens des critères, J₃ (les investissements) et J₅ (le prix de l'eau) totalisent la moitié des poids, avec J₅ plus important. Le poids moyen du critère le moins important J₄ est fixé à 5 %. Les autres critères sont à peu près égaux entre eux.

7.4.2. critère J_1 : l'accessibilité des ménages au service de l'eau

C'est la proportion de ménages pouvant sans contrainte majeure accéder au service de l'eau, compte tenu des modes de ravitaillement possibles (voir § 4.2.2, § 5.3.1 et tab 5.3). Elle vaut 1 (maximum) pour les variantes 1, 2 et 4 et diminue jusqu'à 0.5 pour la variante 6. Le sens de préférence est croissant.

Ce critère est considéré comme important dans la comparaison des variantes. Un poids moyen de 13 lui est affecté.

7.4.3. critère J_2 : le niveau du service offert

C'est un nouveau critère. Il s'agit du confort qu'offre la variante pour le ravitaillement en eau (voir section 7.5). L'évaluation suivant ce critère est dans une échelle ordinale allant de 1 à 6. Le sens de préférence est croissant. Le critère est considéré comme moyennement important dans la comparaison. Son poids moyen est fixé à 10.

7.4.4. critère J_3 : le coût des investissements initiaux

C'est un nouveau critère. Le montant des investissements initiaux représente le plus souvent la contrainte la plus importante dans l'AEP en Afrique compte tenu des difficultés qu'il y a à mobiliser les financements, notamment pour l'AEP des populations à bas revenus. L'évaluation est en Fcfa/hab. Le sens de préférence est décroissant. Ce critère est considéré comme très important. Son poids moyen est fixé à 20.

7.4.5. critère J_4 : le coût de l'accès au service de l'eau

Dans le chapitre 6, le critère C_4 correspond au prix relatif de l'abonnement privé en années SMIG. Mais pour J_4 il s'agit du montant initial que le ménage doit payer pour l'accès au service de l'eau potable. Ce montant vaut 0 Fcfa pour les variantes 1, 2 et 4 pour lesquelles un abonnement n'est pas nécessaire. Il correspond aux frais minimum de l'abonnement pour les autres variantes. Le sens de préférence est décroissant. Le critère J_4 est considéré comme le moins important dans la comparaison. Son poids moyen est fixé à 5.

7.4.6. critère J_5 : le prix de l'eau au consommateur

Dans le chapitre 6, le critère C_5 correspond au coût de l'eau par rapport au revenu du ménage, alors qu'ici il s'agit pour J_5 du prix au consommateur du m^3 d'eau en Fcfa. L'évaluation correspond au prix de revient calculé pour les variantes 1, 2, 5 et 6, et au prix de revient majoré de la rémunération du gérant de BF (prise égale à 100 Fcfa/ m^3) pour les variantes 2 et 4 (voir § 7.3.3 et 7.3.5). Le sens de préférence pour ce critère est décroissant.

Nota : Pour la variante 4, nous avons retenu le prix que doit payer l'utilisateur de BF car celui-ci est le plus défavorisé.

Le critère J_5 est le plus important car l'eau chère décourage la population dans l'utilisation du service du système d'AEP au profit de l'eau des puits traditionnels. Ainsi, nous avons fixé le poids moyen de ce critère à 30.

7.4.7. critère J_6 : les risques de non recouvrement des coûts

Dans le chapitre 6, le critère C_6 correspond au ratio de recouvrement des coûts engagés, alors que pour le critère J_6 ce sont les risques de ne pouvoir atteindre un ratio de recouvrement de 1 qui sont évalués.

L'intérêt de J_6 réside dans le fait que la consommation réelle d'eau peut ne pas atteindre l'estimation faite des besoins à cause de l'existence des puits traditionnels, autre alternative ne nécessitant pas de frais financiers, et à cause des restrictions possibles des ménages dans leur consommation pour payer moins.

Les risques de non recouvrement des coûts sont d'autant plus grands que le niveau de service offert est élevé. L'évaluation est dans une échelle ordinale allant de 1 à 6. Le sens de préférence est décroissant. Le poids moyen du critère est fixé à 12.

7.4.8. critère J_7 : l'intégration du système aux habitudes locales

C'est un nouveau critère.

La variante 1 n'est autre qu'une amélioration des puits autour desquels les populations ont l'habitude de se rencontrer. Son évaluation est donc maximale pour ce critère.

L'évaluation est moyenne pour la variante 2 parce que celle-ci permet de maintenir les rencontres publiques aux points d'eau, mais elle introduit le paiement sur place auquel la population n'est pas habituée.

L'évaluation est maximale pour la variante 3, car celle-ci aussi favorise les rencontres dans les places publiques et en plus l'utilisateur n'est pas tenu de payer sur place avant de se ravitailler en eau, contrairement à la variante 2.

L'évaluation pour le critère J_7 devient de moins en moins bonne à mesure qu'on entre dans une politique de desserte privée et que la gestion du système échappe à la population. C'est une évaluation dans une échelle ordinale allant de 1 à 6. Le sens de préférence est croissant.

Ce critère est considéré comme moyennement important dans la comparaison des six variantes. Son poids moyen est fixé à 10.

7.5. Évaluation des six variantes

7.5.1. matrice des évaluations, poids et amplitudes des poids des critères

Dans la matrice des évaluations (tab 7.9), nous avons utilisé le signe négatif pour les critères dont le sens de préférence est décroissant. Ainsi le sens de préférence des évaluations de la matrice devient croissant pour tous les critères.

Tableau 7.9 Matrice des évaluations des six variantes

Variantes du projet	Critères						
	J1 Ratio	J2 Note	J3 K.Fcfa/hab	J4 K.Fcfa	J5 Fcfa/m3	J6 Note	J7 Note
V1	1.0	1	-5.0	0	-76	-1	6
V2	1.0	2	-20.0	0	-350	-2	4
V3	0.8	3	-21.9	-15	-228	-3	6
V4	1.0	4	-25.0	0	-341	-4	2
V5	0.8	5	-26.3	-15	-211	-5	3
V6	0.5	6	-25.5	-120	-188	-6	1
Poids moyens	13	10	20	5	30	12	10
Amplitude des poids	5 à 20	5 à 15	15 à 25	2 à 7	25 à 35	10 à 15	5 à 15

7.5.2. choix de la méthode

La méthode choisie est ELECTRE II car notre objectif est de classer les variantes de la meilleure à la moins bonne (tab 3.4), d'autre part la précision des données ne nécessite pas l'application de ELECTRE III trop sophistiquée pour le caractère exploratoire de cette étude de cas type.

L'analyse de base (analyse n° 1) est effectuée avec les poids moyens attribués aux critères (tab 7.9). Les critères financiers (J3, J4, J5 et J6) totalisent 67 % du poids total, soit les 2/3, et les critères sociaux (J1, J2 et J7) en totalisent 33 %, soit le tiers du poids total.

Des tests de robustesse du résultat de l'analyse de base sont réalisés en faisant varier les poids des critères (tab 7.10).

Pour l'analyse n° 2 (premier test de robustesse) le poids des critères sociaux est diminué de 15 % du poids total; ils ne totalisent plus que 18 %, alors que le poids des critères financiers augmentent de 15 % du poids total pour totaliser 82 %.

Pour l'analyse n° 3 (deuxième test de robustesse) le poids des critères sociaux dans l'analyse de base est augmenté de 15 % du poids total ; ces critères totalisent ainsi 48 % du poids total, alors que le poids des critères financiers diminuent de 15 % du poids total pour être à 52 %.

Un troisième test de robustesse du résultat de base (analyse n° 4) est réalisé en faisant varier les seuils de concordance de l'hypothèse de surclassement (voir § 7.5.3) et en gardant les poids moyens des critères.

Tableau 7.10 Poids des critères pour les tests de robustesse

Tests de robustesse	Critères						
	J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆	J ₇
Analyse n° 2	7	6	25	7	35	15	5
Analyse n° 3	18	15	15	2	25	10	15

Tableau 7.11 Proportions de poids des groupes de critères selon l'analyse

Critères	Analyse 1	Analyse 2	Analyse 3
Critères sociaux	33	18	48
Critères financiers	67	82	52
Totaux	100	100	100

7.5.3. choix des seuils pour l'application de ELECTRE II

Pour l'analyse de base, nous avons retenu les seuils de concordance suivants :

$$C^+ = 0.65 ; C^0 = 0.60 ; C^- = 0.50$$

Ces seuils sont modifiés pour l'analyse n° 4 (troisième test de robustesse) comme suit :

$$C^+ = 0.75 ; C^0 = 0.65 ; C^- = 0.55$$

Les seuils de discordance par critère sont consignés dans le tableau 7.12.

Tableau 7.12 Seuils de discordance par critère

Seuils	Critères						
	J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆	J ₇
D ₁	0.8	4	20	80	250	4	4
D ₂	0.3	3	10	50	150	3	3

7.5.4. présentation et commentaire des résultats

Le résultat du classement des variantes 1 à 5 issu de l'analyse de base (tab.7.13) reste stable dans les tests de robustesse (tab 7.14, 7.15 et 7.16). Les classements directs et les classements inverses de ces cinq variantes par ELECTRE II sont quasiment les mêmes.

Seule la variante 6 présente une instabilité dans les tests de robustesse, et un classement direct souvent différent du classement inverse. Mais en classement médian, la variante 6 se présente toujours comme la moins bonne.

- La variante 1 qui consiste à mettre à la disposition des populations des forages équipés de pompes à main est la mieux classée. Il s'agit de l'hydraulique villageoise. C'est malheureusement un mode de ravitaillement qui est difficilement cautionné par les décideurs de l'Etat dans les pays d'Afrique pour un centre considéré comme urbain (même petit).

- La variante 2 qui consiste à réaliser un réseau de conduites de distribution avec comme seul mode de ravitaillement, des BF vient en troisième position. C'est l'hydraulique villageoise améliorée.

Cette variante a été réalisée dans quelques centres dits secondaires ou ruraux des pays enquêtés dans le cadre de cette thèse. Mais les comptes rendus d'exploitation dont nous avons connaissance font état d'échec dans leur exploitation-gestion (voir § 2.2.3).

- La variante 3, nouveau mode de ravitaillement que nous proposons dans cette thèse, est classée en deuxième position. Elle nécessite presque le même montant en investissement que la variante 2 (tab 7.7 et tab 7.9). Mais le prix de l'eau au consommateur est plus bas car l'eau n'est pas revendue par un fontainier. En outre, le service de l'eau est libre et se fait à titre privé car le système prévoit d'affecter à chaque ménage un robinet de puisage dans un poste de distribution collective (voir § 7.3.4).

Cette variante s'affirme donc comme une meilleure alternative pour l'approvisionnement en eau des PCU africains.

- Pour les critères retenus dans cette thèse et avec les évaluations que nous avons faites (tab 7.9), la variante 4, traditionnellement réalisée et les variantes 5 et 6 se révèlent mal adaptées aux conditions socio-économiques des PCU africains, essentiellement parcequ'elles reviennent cher.

En témoignent les résultats de l'évaluation des dix systèmes d'AEP aux chapitres 5 et 6.

Cependant, il serait intéressant de réunir un groupe de décideurs auxquels on demandera de choisir chacun les poids qu'il désire attribuer à chaque critère de manière à pouvoir effectuer une analyse de robustesse plus fine.

Tableau 7.13 Résultats de l'analyse de base (analyse 1) de la comparaison des six variantes du projet d'AEP du PCU type par ELECTRE II

- Classement des variantes: (Direct, Inverse, Median)

La variante 1 est classée:	1	1	1.0
La variante 2 est classée:	3	3	3.0
La variante 3 est classée:	2	2	2.0
La variante 4 est classée:	4	4	4.0
La variante 5 est classée:	4	5	4.5
La variante 6 est classée:	5	5	5.0

- Matrice de P+ / P-

1.000	7.200	8.000	7.200	9.000	9.000
0.139	1.000	0.760	1.050	1.500	1.500
0.125	1.316	1.000	4.000	1.050	1.500
0.139	0.952	0.250	1.000	1.000	1.500
0.111	0.667	0.952	1.000	1.000	0.667
0.111	0.667	0.667	0.667	1.500	1.000

- Matrice de concordance

1.000	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
0.280	1.000	0.500	0.600	0.600	0.600
0.200	0.620	1.000	0.820	0.600	0.600
0.280	0.580	0.280	1.000	0.500	0.600
0.100	0.400	0.580	0.500	1.000	0.400
0.100	0.400	0.400	0.400	0.600	1.000

- Surclassement fort

Le sommet V₁ surclasse: V₂ V₃ V₄ V₅
 Le sommet V₂ surclasse: V₄ V₅
 Le sommet V₃ surclasse: V₂ V₄ V₅ V₆

- Surclassement faible

Le sommet V₂ surclasse: V₆
 Le sommet V₄ surclasse: V₆

- Conditions de discordances

La variante 1 ne pourra surclasser la variante 6
 La variante 2 ne pourra surclasser la variante 1
 La variante 4 ne pourra surclasser la variante 1
 La variante 5 ne pourra surclasser la variante 1
 La variante 6 ne pourra surclasser les variantes 1 2 3 4 5

Tableau 7.14 Résultats de l'analyse 2 (premier test de robustesse du résultat de base) pour la comparaison des six variantes du projet d'AEP du PCU type par ELECTRE II

• Classement des variantes: (Direct, Inverse, Median)

La variante 1 est classée:	1	1	1.0
La variante 2 est classée:	3	3	3.0
La variante 3 est classée:	2	2	2.0
La variante 4 est classée:	4	4	4.0
La variante 5 est classée:	4	5	4.5
La variante 6 est classée:	1	5	3.0

• Matrice de P+ / P-

1.000	13.333	14.833	13.333	15.667	15.667
0.075	1.000	0.848	1.098	1.439	1.439
0.067	1.179	1.000	5.714	1.098	1.439
0.075	0.911	0.175	1.000	1.174	1.439
0.064	0.695	0.911	0.852	1.000	0.515
0.064	0.695	0.695	0.695	1.941	1.000

• Matrice de concordance

1.000	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940
0.200	1.000	0.540	0.590	0.590	0.590
0.110	0.610	1.000	0.860	0.590	0.590
0.200	0.550	0.200	1.000	0.540	0.590
0.060	0.410	0.550	0.460	1.000	0.340
0.060	0.410	0.410	0.410	0.660	1.000

• Surclassement fort

Le sommet V₁ surclasse: V₂ V₃ V₄ V₅
 Le sommet V₃ surclasse: V₂ V₄

• Surclassement faible

Le sommet V₂ surclasse: V₄ V₅ V₆
 Le sommet V₃ surclasse: V₅ V₆
 Le sommet V₄ surclasse: V₆

• Conditions de discordances

La variante 1 ne pourra surclasser la variante 6
 La variante 2 ne pourra surclasser la variante 1
 La variante 4 ne pourra surclasser la variante 1
 La variante 5 ne pourra surclasser la variante 1
 La variante 6 ne pourra surclasser les variantes 1 2 3 4 5

Tableau 7.15 Résultats de l'analyse 3 (deuxième test de robustesse du résultat de base) pour la comparaison des six variantes du projet d'AEP du PCU type par ELECTRE II

- Classement des variantes: (Direct, Inverse, Median)

La variante 1 est classée:	1	1	1.0
La variante 2 est classée:	2	2	2.0
La variante 3 est classée:	2	2	2.0
La variante 4 est classée:	2	2	2.0
La variante 5 est classée:	2	2	2.0
La variante 6 est classée:	3	3	3.0

- Matrice de P+ / P-

1.000	4.333	4.667	4.333	5.667	5.667
0.231	1.000	0.636	1.000	1.500	1.500
0.214	1.571	1.000	3.250	1.000	1.500
0.231	1.000	0.308	1.000	0.818	1.500
0.176	0.667	1.000	1.222	1.000	0.818
0.176	0.667	0.667	0.667	1.222	1.000

- Matrice de concordance

1.000	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850
0.350	1.000	0.450	0.600	0.600	0.600
0.300	0.650	1.000	0.800	0.600	0.600
0.350	0.600	0.350	1.000	0.450	0.600
0.150	0.400	0.600	0.550	1.000	0.450
0.150	0.400	0.400	0.400	0.550	1.000

- Surclassement fort

Le sommet V ₁ surclasse:	V ₂ V ₃ V ₄ V ₅
Le sommet V ₂ surclasse:	V ₄ V ₅
Le sommet V ₃ surclasse:	V ₂ V ₄ V ₅ V ₆
Le sommet V ₄ surclasse:	V ₂
Le sommet V ₅ surclasse:	V ₃

- Surclassement faible

Le sommet V ₂ surclasse:	V ₆
Le sommet V ₄ surclasse:	V ₆
Le sommet V ₅ surclasse:	V ₄

- Conditions de discordances

La variante 1 ne pourra surclasser la variante 6
La variante 2 ne pourra surclasser la variante 1
La variante 4 ne pourra surclasser la variante 1
La variante 5 ne pourra surclasser la variante 1
La variante 6 ne pourra surclasser les variantes 1 2 3 4 5

Tableau 7.16 Résultats de l'analyse 4 (troisième test de robustesse du résultat de base) pour la comparaison des six variantes du projet d'AEP du PCU type par ELECTRE II

• Classement des variantes: (Direct, Inverse, Median)

La variante 1 est classée:	1	1	1.0
La variante 2 est classée:	3	3	3.0
La variante 3 est classée:	2	2	2.0
La variante 4 est classée:	4	4	4.0
La variante 5 est classée:	4	5	4.5
La variante 6 est classée:	1	5	3.0

• Matrice de P+ / P-

1.000	7.200	8.000	7.200	9.000	9.000
0.139	1.000	0.760	1.050	1.500	1.500
0.125	1.316	1.000	4.000	1.050	1.500
0.139	0.952	0.250	1.000	1.000	1.500
0.111	0.667	0.952	1.000	1.000	0.667
0.111	0.667	0.667	0.667	1.500	1.000

• Matrice de concordance

1.000	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
0.280	1.000	0.500	0.600	0.600	0.600
0.200	0.620	1.000	0.820	0.600	0.600
0.280	0.580	0.280	1.000	0.500	0.600
0.100	0.400	0.580	0.500	1.000	0.400
0.100	0.400	0.400	0.400	0.600	1.000

• Surclassement fort

Le sommet V_1 surclasse: V_2 V_3 V_4 V_5
 Le sommet V_3 surclasse: V_4

• Surclassement faible

Le sommet V_2 surclasse: V_4 V_5 V_6
 Le sommet V_3 surclasse: V_2 V_5 V_6
 Le sommet V_4 surclasse: V_6

• Conditions de discordances

La variante 1 ne pourra surclasser la variante 6
 La variante 2 ne pourra surclasser la variante 1
 La variante 4 ne pourra surclasser la variante 1
 La variante 5 ne pourra surclasser la variante 1
 La variante 6 ne pourra surclasser les variantes 1 2 3 4 5

CHAPITRE 8 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans cette thèse, nous avons montré que les difficultés des systèmes d'alimentation en eau potable (AEP) dans les petits centres urbains (PCU) africains sont essentiellement d'origine conceptuelle et structurelle. Nous avons donc porté notre regard non seulement sur la validité des données de base ayant servi à dimensionner les installations techniques d'AEP dans les PCU, mais aussi sur les conditions techniques, organisationnelles et financières de l'exploitation-gestion et sur les conditions d'accès des populations au service de l'eau potable.

Nous avons montré que les projections démographiques faites dans le cadre des projets sont peu crédibles, car elles sont faites sur la base de résultats de recensements en nombre insuffisant et de fiabilité douteuse. Mais nous ne pouvons être plus affirmatif dans notre thèse dans la mesure où nous n'avons pas pu comparer ces projections avec des résultats de recensement récents.

Le système d'AEP urbain, c'est-à-dire un système comportant un réseau de conduites de distribution qui offre aux ménages la possibilité d'avoir un branchement privé (BP), correspond à un service trop onéreux pour les ménages dans les PCU africains.

Avec des indicateurs que nous avons construits pour notre thèse, nous avons montré que :

- le prix à payer pour obtenir le BP représente dans les pays qui ne pratiquent pas une politique de branchement subventionné un effort financier que ne peut supporter le ménage moyen dans les PCU,
- le prix à payer par un ménage pour une consommation considérée comme minimale représente elle aussi un effort financier quasiment insupportable.

Par conséquent, malgré la présence d'un système d'AEP, de nombreux ménages continuent de se ravitailler en eau aux puits, aux rivières et aux mares, car ils sont moins sensibilisés par les risques de santé encourus, que par l'absence d'effort financier direct dans l'usage de ces sources alternatives.

Des sondages nous ont montré que la proportion des ménages qui s'approvisionnent à la fois au réseau d'eau potable et aux sources alternatives peut dépasser 30 % et que celle des ménages qui ne s'approvisionnent qu'aux sources alternatives peut aussi atteindre 30 %.

Deux enseignements peuvent être tirés de la situation actuelle :

- "L'eau potable pour tous" devant conduire à "la Santé Pour Tous d'ici l'An 2000" (objectif OMS) a échoué dans les PCU africains, à cause de l'inadéquation des systèmes d'AEP réalisés avec les conditions socio-économiques
- Le calcul des ouvrages d'AEP dans les PCU en Afrique est fait sur des bases fausses, dans la mesure où on prend en compte la satisfaction de l'ensemble des besoins en eau de la localité (domestique, industriel et des services publics).

L'application de tarifs sociaux inférieurs au prix de revient de l'eau, procède de l'encouragement à abandonner les sources d'eau insalubres. Mais cette politique a eu pour conséquences une stratification des populations en deux groupes (d'un côté celles qui peuvent payer le prix du BP et qui bénéficient du tarif social, de l'autre les populations à faibles revenus usagers des BF qui achètent l'eau plus chère) et une aggravation du non recouvrement des coûts engagés.

Si la sous facturation est à la base du non recouvrement des coûts, le non paiement de l'eau consommée dans les services publics en est une raison non moins importante.

Il est vrai que les Etats africains sont confrontés à des problèmes de trésorerie, mais nous pensons aussi (sans pouvoir le démontrer) que le manque de volonté politique de la part des responsables gouvernementaux est pour beaucoup dans la cessation de paiement de l'eau consommée dans les services publics. Ce manque de volonté est confortée par le peu de recours qu'ont les Sociétés d'eau car en général ce sont des Sociétés d'Etat.

Si l'on considère que le taux de pertes d'eau dans le système d'AEP est d'environ 20 % de la production, et sachant que l'eau consommée dans les services publics représente environ 1/3 de la consommation totale, et qu'elle n'est pas payée, il ne restera à recouvrer les coûts engagés que sur la moitié du volume d'eau produit.

Mais comme l'eau est facturée à des tarifs de loin inférieurs aux coûts réels, et que ces tarifs eux-mêmes apparaissent élevés pour les revenus des ménages, nous en arrivons à conclure que les systèmes d'AEP des PCU africains ne pourront fonctionner à moyen terme (à plus forte raison à long terme) sans des subventions importantes et permanentes.

En nous basant sur le cas d'un PCU type, nous avons montré que l'hydraulique villageoise correspond le mieux aux conditions socio-économiques des PCU africains. Mais nous savons qu'il s'agit là, dans l'état actuel des mentalités, d'une option difficilement acceptée pour un centre considéré comme urbain. Le service de l'eau par des Postes de distribution collective pourrait alors constituer une alternative acceptable.

Pour les projets futurs, nous proposons une nouvelle approche qui consiste à identifier toutes les variantes possibles pour l'AEP du PCU, puis à effectuer une analyse multicritère de comparaison de ces variantes en vue d'un meilleur choix. Le processus de conduite du projet pourrait se dérouler en sept étapes suivant le modèle itératif présenté à la figure 8.1:

- Etape 1 : Initiation du projet et définition de la problématique de l'AEP du PCU avec la population représentée par les autorités municipales et par d'autres représentants issus de l'organisation sociale du PCU (groupe de sages, représentants des femmes ou des jeunes etc.), et avec les autres acteurs reconnus par le cadre institutionnel (Ministère de l'hydraulique et Société nationale d'exploitation)

- Etape 2 : Identification avec tous les acteurs de toutes les variantes possibles en commençant par une simple amélioration du mode d'approvisionnement en eau existant.

A ce niveau, nous avons imaginé en plus des variantes classiques, un système de ravitaillement en eau à partir de Postes de Distribution Collective (PDC).

Dans cette variante chaque ménage est un abonné qui se voit attribuer un robinet dans un PDC à proximité.

- Etape 3 : présentation des contraintes techniques, sociales et financières ; définition avec tous les acteurs, des critères de comparaison des variantes, et sélection de jeux de poids correspondant aux préférences des divers acteurs.

- Etape 4 : Analyse multicritère de comparaison des variantes (en utilisant une méthode ELECTRE par exemple).

Cette étape nécessite au préalable l'évaluation des différentes variantes pour chaque critère, de manière à pouvoir construire la matrice des évaluations. Le bureau d'étude devra élaborer les avant-projets sommaires de ces variantes.

- Etape 5 : Présentation et discussion avec tous les acteurs des résultats d'analyse

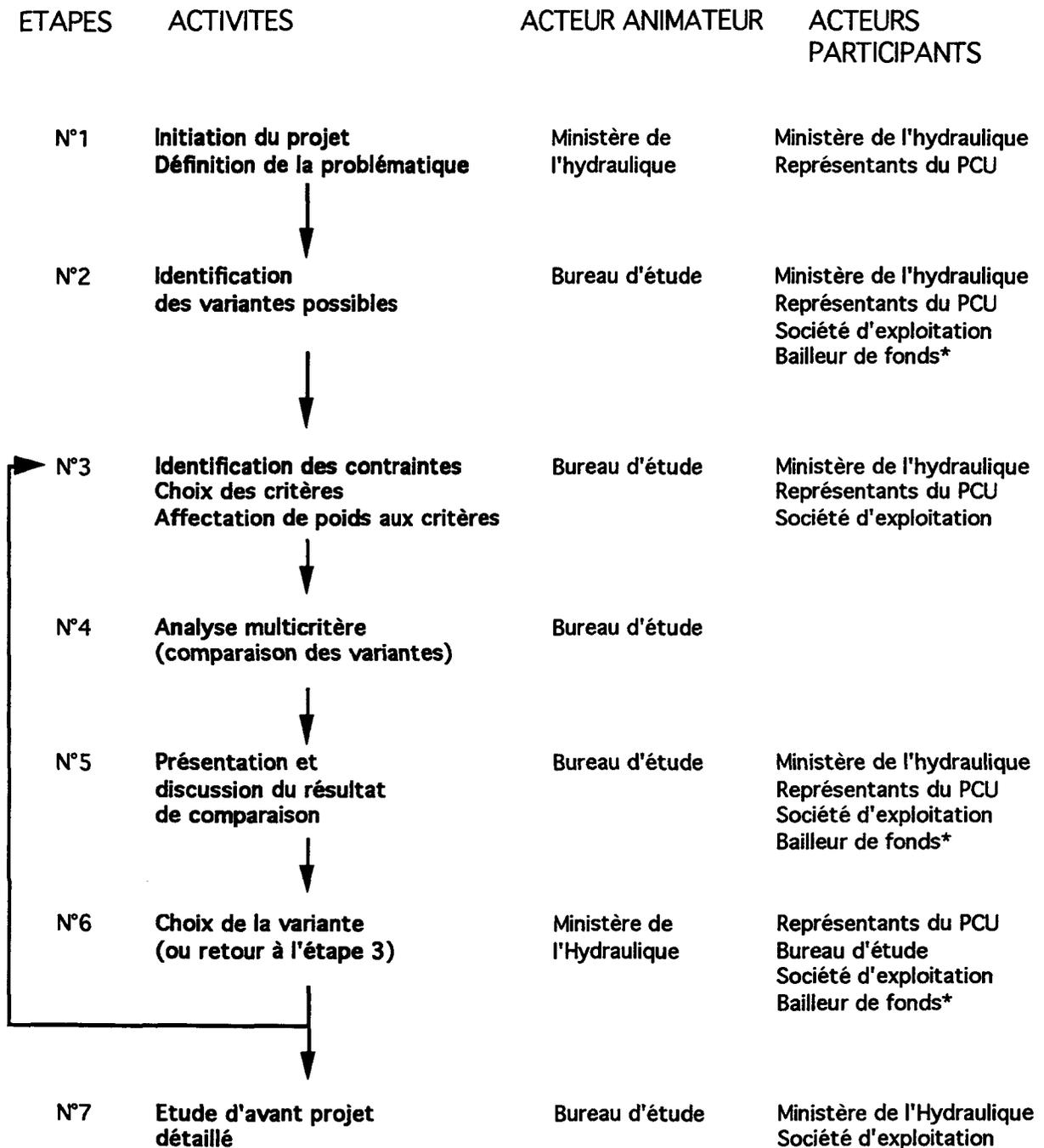
- Etape 6 : Choix de la variante pour laquelle un consensus se dégage ou retour à l'étape 2 ou à l'étape 3

- Etape 7 : Etude d'avant projet détaillé de la variante retenue. Cette étape correspond à l'unique étape de la pratique actuelle.

Les étapes 1 et 6 seront conduites par le Ministère chargé de l'hydraulique, alors que les autres étapes seront menées ou animées par un bureau d'étude mandaté par ledit ministère.

Dans notre approche, le processus dirigiste et linéaire laisse la place à un processus participatif et itératif. Les études seront un peu plus longues mais pas plus chères. Par contre, le résultat sera plus conforme aux besoins et aux données socio-économiques, et les futurs bénéficiaires se sentiront plus concernés et engagés.

Figure 8.1 Modèle itératif et participatif pour la conduite d'un projet d'AEP dans un PCU africain



* la participation du bailleur de fonds est facultative

Au moment où plusieurs Etats africains sont lancés dans des programmes de décentralisation qui conduiront très probablement à plus de responsabilisation des Communes dans leur AEP comme c'est de plus en plus le cas dans la gestion des déchets solides, notre étude vient en contribution à l'intention des décideurs nationaux, des autorités municipales et des bureaux d'étude pour aider au choix du mode de ravitaillement en eau le plus adapté aux conditions socio-économiques. Effectuer le bon choix s'avère plus que jamais nécessaire dans ce domaine dans la mesure où une dévolution de l'AEP aux communes entraînera certainement la fin du système actuel de péréquation nationale des prix où les systèmes d'AEP des grands centres urbains subventionnent en partie ceux des PCU.

Comme suite à notre thèse et en vu d'approfondir l'approche proposée, nous proposons les trois thèmes de recherches suivants (non limitatifs) :

- 1 Etude des besoins en eau et de la variation de la demande en eau dans les PCU africains.
- 2 Application de la méthode multicritère d'aide à la décision pour le choix d'un mode de ravitaillement en eau d'un PCU africain : Cas de la ville de
- 3 Expérimentation des postes de distribution collective (PDC) comme mode de ravitaillement en eau dans un PCU africain.

Le premier permettra d'aller plus en profondeur que nous n'avons pu le faire par manque de données et de temps, dans l'étude des données de base ayant servi à dimensionner les ouvrages d'AEP. L'étude peut être réalisée dans le cadre d'un mémoire de fin d'études à l'EIER.

Le second est une application concrète du modèle proposé pour les projets futurs. Il demande assez de compétence en analyse opérationnelle, en particulier dans les méthodes de surclassement ELECTRE et fait appel à des considérations sociologiques. Il peut être fait dans le cadre d'une thèse de doctorat.

Le troisième exige l'engagement d'un bailleur de fonds et nécessite plus de temps. Il peut se faire dans le cadre d'une thèse de doctorat. Les installations d'AEP réalisées tiendront alors lieu de pilote.

BIBLIOGRAPHIE

AIDE, [1991], *Rapports techniques du 18^{ème} Congrès International et Exposition des Distributeurs d'eau, Copenhague Mai 1991*

AMIRA [1984], *Le suivi -évaluation dans les projets de développement rural : Orientations méthodologiques*, Brochure n°44, 2ème édition, AMIRA, Paris 1984

BARRES J.F, BILLAZ R, DUFUMIER M, GENTIL D [1981], *Méthode d'évaluation des projets : Analyse du milieu rural avant, pendant et après une opération de développement*, AMIRA/AFIRD, Paris 1981

BOURDEL C. [1986], *Evaluation du projet d'Ibohamane (Niger)*. Mémoire de fin d'études à l'ENGREF, Paris 1986

CERVEL M. [1987], *Calculs économiques publics et planification : les méthodes d'évaluation de projet*, Edition Publischud Bruxelles 1987

CHAMBRE DE COMMERCE DU BURKINA FASO, [1993], *Les facteurs de production dans les pays du Conseil de l'Entente*, Ougadougou 1993

CIEH [1990], Quinzième réunion du Conseil des Ministres, *Compte rendu des journées techniques*, Ateliers bilan de la DIEPA, tomes 1 et 2, Ougadougou, 19 au 23 février 1990

CIR [1989], *L'eau à quel prix ? La participation communautaire et la prise en charge des coûts d'entretien par les usagers*, Série de document, 10 La Haye 1989

COURSIER R. [1983], *Guide pratique des enquêtes statistiques pour le suivi des opérations de développement rural*, Note de lecture, Ministère de la Coopération Paris 1983

DE LA TAILLE [1983], *Evaluation des projets et politiques de développement*, Brochure n°38, AMIRA Paris

DE SMITH D [1976], *Critères et méthodes d'évaluation de projets de développement*, Ministère des Affaires Etrangères et de la Coopération, Bruxelles 1976

DUFUMIER M, GENTIL D. [1981], *Le suivi -évaluation dans les projets de Dosso et Maradi (Niger)*, IFRAM, Paris 1981

DURAND A. [1982], *Manuel sur le suivi et l'évaluation des projets de développement agricole et rural : Note de lecture*, BIRD 1982

DURUFLE G. FABRE R., YUNG M. [1988], *Les effets sociaux et économiques des projets de développement rural : Manuel de méthodologie*, Ministère de la Coopération, Paris 1988

EDM [1992] Diverses notes sur des résultats d'exploitation du Centre de Bougouni (Mali) de 1980 à 1991

FIDA [1979], *Directives opérationnelles en matière de surveillance et d'évaluation*, FIDA 1979

GENTIL D, DUFUMIER M., MAGRAE J. [1984], *Le suivi-évaluation dans les projets de développement rural : Orientations méthodologiques*, Brochure n°44 AMIRA, Paris 1984

GRIFFON R [1983], *Eléments pour une relecture des projets de développement rural de la vallée du fleuve Sénégal*, Brochure n°41, AMIRA Paris 1983

HEBERT V P, [1990], *Sensitivity of water distribution, costs to design and service standards, A philippine case study*, TAG, WORD BANK 1990

LE MOIGNE J. L. [1977-1990], *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*, Troisième édition, Presses universitaires de France, Paris 1990

LE MOIGNE J. L. [1990], *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod, coll. "AFCET Systèmes", Paris 1990

IMBODEN N. [1975], *L'appréciation-évaluation des projets non directement productifs*, OCDE, Paris 1975

IMBODEN N. [1978], *L'appréciation et l'évaluation des projets de développement: Une approche en termes de gestion*, OCDE, Paris 1978

MAYSTRE L Y [1985], *Initiation aux calculs économiques pour les ingénieurs, illustrée par des exemples du génie de l'environnement*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne 1985

MAYSTRE L Y, PICTET J, SIMOS J [1994], *Méthodes multicritères ELECTRE : Description, Conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne 1994

MILLER D. [1979], *La participation de la population au service d'approvisionnement d'eau en milieu rural*, OCDE, Paris 1979

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE [1977], *Prise en compte de l'environnement dans les procédures d'aménagement, Essai méthodologiques sur les études d'impact*, Collection Recherche environnement, Paris 1977

MOREL A L'HUISSIER [1990], *Economie de la distribution d'eau aux populations urbaines à faible revenu dans les pays en voie de développement*, Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris 1990

NIEUWKERK M, CHROMBRUQGE G, MICK H, [1985], *Une évaluation des petits projets de développement*, COTA, Bruxelles, 1985

OCDE [1988], *L'évaluation dans les pays en développement, une étape du dialogue*, OCDE, Paris 1988

OFFICE FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT...[1990], *Etude d'impacts sur l'environnement : Directives pour l'établissement de rapports d'impacts conformément à la loi du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement*, Berne 1990

OIEAU [1994], *Synthèse de la table ronde sur l'alimentation en eau potable des petits centres, Ougadougou 8, 9 et 10 novembre 1993* ; OIEAU Sophia Antipolis 1994

OMS [1986] 1, *Développement institutionnel du secteur de l'eau potable et de l'assainissement*, WHO/CWS/86.9 Genève 1986

OMS [1986] 2, *The international drinking water supply and sanitation decade : Review of mid-decade progress as at december 1985* , OMS Genève 1986

OMS [1987], *Approvisionnement public en eau et assainissement : Recouvrement des coûts d'eau potable et d'assainissement, rapport d'une deuxième consultation informelle portant sur le développement institutionnel*, WHO/CWS/87.5, Genève 1987

OMS [1988], *Approvisionnement public en eau et assainissement : Projet de directives pour le recouvrement des coûts d'eau potable et d'assainissement; Rapport d'une troisième consultation restreinte informelle portant sur le développement institutionnel*, Genève 11-15 avril 1988, La haye 21-23 juin 1988, WHO/CWS/88, OMS Genève 1988

OMS [1989] 1, *The international drinking water supply and sanitation decade : Review of decade progress as at december 1988*, OMS Genève 1989

OMS [1989] 2, *Approvisionnement public en eau et assainissement : Principe d'administration et de gestion financière des agences d'approvisionnement en eau et assainissement ; rapport de la quatrième consultation portant sur le développement institutionnel ; volumes 1 et 2*, WHO/CWS/89.5, Genève 1989

OMS [1990], *Approvisionnement public en eau et assainissement : Principe et méthodes de gestion financière*, WHO/CWS/90 , OMS Genève 1990

ONEA [1986], *Rapport technique de l'exercice 1985*

ONEA [1991], *Rapport technique de la direction régionale 2, Bobo Dioulasso, Exercice 1990*

ONEA : Diverses données d'exploitation du Centre de Pô (Burkina Faso)

ONUDI [1973], *Directives pour l'évaluation des projets*, Séries : *Formulation et évaluation des projets*, n° 2, Nations unies New York 1973

ONUDI [1979], *Guide pratique pour l'examen des projets : Analyse de coût-utilité du point de vue de la collectivité dans les pays en développement*, Série: *Formulation et évaluation des projets* n°3, Nations Unies, New York 1979

POZZI A. et WOLF J.P. [1989], *Eau potable et assainissement : Analyse comparative de 5 évaluations de projets dans le domaine de l'eau potable et de l'assainissement*, Service sectoriel "Eau et Assainissement"

ROY B. ET VINCKE Ph. [1980], *Analyse multicritère* , Présenté au Congrès de la Société canadienne pour la recherche opérationnelle en 1980, LAMSADE, Paris

ROY B. [1981], *Comparaison des actions et évaluation de leurs conséquences*, LAMSADE, Document n°15, Paris 1981

ROY B. [1982], *Comparaison des actions et élaboration de critères*, LAMSADE, Document n°19, Paris 1982

SBEE [1987], *Tableau récapitulatif du décompte des investissements réalisés à Klouekamé, Ifagnan, Tori Bossito etc (Benin)*

SBEE [1991], *Divers tableaux récapitulatifs des résultats d'exploitation de Klouekamé de 1988 à 1990*

- SCHARLIG A [1989], *Décider sur plusieurs critères : Panorama de l'aide à la décision multicritère*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne 1985
- SMITH W.E. [1981], *Organisation des projets de développement rural : Un essai de synthèse*, Washington 1981
- SNE [1991], *Rapports annuels des Secteurs et Centres secondaires de l'Exploitation de Niamey de 1986 à 1991*, SNE, Niamey 1992
- SNE DOSSO, [1992], *Rapports annuels de l'exploitation de Dosso (Niger) de 1982 à 1991*
- SODECI BOUNDIALI [1992], *Tableaux récapitulatifs des résultats d'exploitation du centre de Boundiali (Côte d'Ivoire) de 1980 à 1991*
- SODECI DALOA [1993] *Récapitulatif des résultats d'exploitation de la Direction régionale SODECI Daloa (Côte d'Ivoire)*, DR. SODECI Daloa, 1992
- SODECI KATIOLA [1992], *Tableaux récapitulatifs des résultats d'exploitation du Centre de Katiola (Côte d'Ivoire) de 1980 à 1991*
- SODECI ODJENNE [1992], *Tableaux récapitulatifs des résultats d'exploitation du Centre d'Odjenné (Côte d'Ivoire) de 1980 à 1991*
- SONEES DIOURBEL [1991], *Rapports annuels de l'Exploitation régionale de Diourbel (Sénégal) de 1981 à 1990*
- SONEES KAOLACK [1991], *Rapports annuels de l'Exploitation régionale de Kaolack (Sénégal) de 1981 à 1990*
- TRICHE T A [1990], *Private participation in the delivery of guinea's water services*, Working papers, World Bank
- UADE [1992], *6 ème Congrès de l'Union Africaine des Distributeurs d'Eau, Cotonou 1992*, Documents de travail
- UADE [1994], *7 ème Congrès de l'Union Africaine des Distributeurs d'Eau, Dakar 1994*, Documents de travail
- UNDP [1992], *Urban development report 1992*, Oxford University Press
- VINCKE Ph, [1989], *L'aide multicritère à la décision*, Editions de l'Université de Bruxelles et Editions Ellipses, Collection " Statistiques et mathématiques appliquées", Bruxelles, Paris
- WHITTINGTON D, APIDA O, AUGUSTE O, ALLEXANDER M C, HOPKINS J, [1989], *Strategy for cost recovery in the rural water sector : A case study of Nsukka district, Anambra State (Nigeria)*, TAG, World Bank 1989
- WORLD BANK [1981] 1, *Guidelines for the design of monitoring and evaluation systems for agriculture and rural development projects*, Washington, 1981
- WORLD BANK [1981] 2, *Hand Book on monitoring and evaluation of agriculture and rural development projects*, Washington, 1981

GLOSSAIRE

- Le branchement privé (BP) : il s'agit ici de tout branchement apportant l'eau jusqu'à son utilisateur qui en est le seul usager. Ce type de branchement comprend les branchements privés pour usages domestique, commercial ou industriel et les branchements pour les services de l'administration de l'Etat ou de la municipalité.
- La borne fontaine (BF) : tout point d'eau dont l'accès pour le ravitaillement est ouvert au public. L'eau peut être gratuite ou payante pour l'utilisateur.
- Le branchement : ce terme est utilisé pour désigner le BP ou la BF.
- L'abonnement privé (ou abonnement de particulier) correspond à l'abonnement pour usage domestique, industriel, commercial, et aux BF lorsqu'elles sont en gestion privée.
- L'abonnement administratif concerne les services de l'Etat ou de la municipalité.
- Consommations ou besoins globaux : c'est l'ensemble des besoins ou des consommations nets en eau (domestiques, industriels, etc.).

La notion de "besoin" est utilisée lorsqu'il s'agit de valeur évaluée dans un projet, et celle de "consommation" lorsqu'il s'agit de valeur mesurée sur un système en fonctionnement.

- Consommations ou besoins spécifiques globaux : ce sont les besoins ou les consommations globaux ramenés à l'unité d'habitant. Cet indicateur est souvent désigné par les Sociétés d'eau par "consommation par personne". La distinction n'est pas faite entre BP et BF à cause de la difficulté qu'il ya de distinguer les populations concernées.
- Besoins de production : ils sont obtenus en affectant les besoins de consommation d'un coefficient multiplicateur intégrant les pertes d'eau.

ABREVIATIONS

AEP : Alimentation en eau potable

AEPA : Alimentation en eau potable et assainissement

BA : Béton armé

BF : Borne fontaine

BP : Branchement privé

CEDI : Monnaie du Ghana

CFA : Communauté Financière d'Afrique (monnaie de l'Afrique francophone)

DIEPA : Décennie internationale pour l'eau potable et l'assainissement

PCU : Petit centre urbain

PMA : Pays les moins avancés

SSP : Soins de santé primaires

AIDE : Association internationale des distributeurs d'eau

CCCE : Caisse (française) centrale de coopération économique remplacée depuis 1992 par la Caisse française au développement (CFD)

CIEH : Comité inter africain d'études hydrauliques

EDM : Energie du Mali

EIER : Ecole Inter états d'ingénieurs de l'équipement rural

FAD : Fonds africain de développement

FED : Fonds européen de développement

GKW Consult : Bureau d'ingénieurs conseils allemand

GWSC : Ghana water and sewerage corporation

IGIP : Bureau d'ingénieurs conseils allemand

IWACO : Bureau d'ingénieurs conseils néerlandais

OIE : Office (français) international de l'eau (ex Fondation de l'eau)

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONEA : Office national de l'eau et de l'assainissement du Burkina Faso

RNET : Régie nationale des eaux du Togo

SAUR : Société d'aménagement urbain et rural (société française)

SBEE : Société béninoise d'électricité et d'eau

SMIG : Salaire minimum interprofessionnel garanti

SNE : Société nationale des eaux du Niger

SODECI : Société d'exploitation des eaux de la Côte d'Ivoire

SONEES : Société nationale d'exploitation des eaux du Sénégal

UADE : Union africaine des distributeurs d'eau

CURRICULUM VITAE

1. Données personnelles

Nom et Prénoms : MAIGA Amadou Hama

Date et lieu de naissance : 1956 à Tindirima (Mali)

Nationalité : Malienne

Etat Civil : Marié, 4 enfants

2. Titres universitaires

2.1 Maîtrise en Sciences de l'environnement de l'EPFL en 1989

2.2 Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées (DESS) en Génie Sanitaire de l'EIER de Ouagadougou en 1981

2.3 Ingénieur Hydraulicien de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs (ENI) de Bamako en 1979

3. Stages et autres formations

3.1 Initiation à l'informatique EIER (Mai 1985)

3.2 Recherche-développement à l'IGE/EPFL en 1983

3.3 Cours Post-grade sur les pays en développement EPFL (Avril-Juillet 1982)

3.4 Stage au Service des Eaux de la ville de Lausanne (Juillet-Octobre 1982)

4. Expériences professionnelles

4.1. Fonctions actuelles :

- Chef du Département de Génie Sanitaire de l'EIER
- Professeur d'alimentation en eau potable à l'EIER depuis 1985
- Responsable des sessions de formation continue dans le domaine de l'eau potable à l'EIER

4.2. Fonctions antérieures

- Responsable de la Formation Post-Universitaire de Spécialisation en Génie Sanitaire de l'EIER de 1989 à 1995
- Secrétaire Général de la Direction de l'ENI de Bamako (1983 à 1985)
- Professeur d'hydraulique urbaine à l'ENI de Bamako (1983 à 1985)
- Diverses consultations au Mali dans le domaine de l'alimentation en eau potable (1983 à 1985)
- Assistant au laboratoire d'hydraulique de l'ENI (1980 à 1982)
- Ingénieur chef de chantiers à la Société malienne de plomberie sanitaire (1979 à 1980)

5. Participation à des rencontres à caractère scientifique et technique

- 5.1 Conseil Scientifique et Technique de l'Union Africaine des Distributeurs d'Eau (UADE) Rabat 1995
- 5.2 Intervention au Séminaire de l'UADE sur le rendement des réseaux Ouagadougou 1994
- 5.3 Table Ronde sur l'Alimentation en Eau des Centres Secondaires Ouagadougou, novembre 1993
- 5.4 7ème Congrès de l'UADE Dakar 1994
- 5.5 6ème Congrès de l'UADE Cotonou 1992
- 5.6 18ème Congrès de l'Association Internationale des Distributeurs d'Eau (AIDE) Copenhague 1991
- 5.7 Consultation restreinte sur les Aspects Institutionnels de la Gestion des Systèmes d'Alimentation en Eau et d'Assainissement OMS Genève 1990
- 5.8 39è Session du Comité Régional de l'O.M.S. pour l'Afrique Niamey 1989

6. Domaines de compétence

- 6.1 Alimentation en eau et assainissement
- 6.2 Gestion de l'environnement : études d'impact

7. Publications

- 7.1 La filtration lente sur sable : Etude sur pilote, IGE/EPFL 1983
- 7.2 Coagulation-floculation et décantabilité des eaux du Sahel, AIPEL/lausanne 1989
- 7.3 Filtration lente sur sable : Epuration physico-chimique et décontamination bactériologique (Bulletin technique du CIEH n°88, 1992)
- 7.4 Cours d'alimentation en eau potable EIER 1993
- 7.5 Cours de traitement de l'eau EIER 1987

8. Autres affiliations

- 8.1 Membre de l'Association Internationale des Post-gradués de l'Environnement de l'EPFL (AIPEL)
- 8.2 Membre du Conseil Scientifique et Technique de l'UADE

DEUXIEME PARTIE

**MONOGRAPHIE DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE DIX
PETITS CENTRES URBAINS D'AFRIQUE FRANCOPHONE**

Table des matières

Liste des tableaux et figures

CHAPITRE 1	INTRODUCTION	1
1.1.	Rappel de la méthodologie	1
1.2.	L'étude monographique de l'AEP des 10 PCU retenus	1
1.3.	Notes complémentaires	4
CHAPITRE 2	KLOUEKAME (BENIN)	5
2.1.	Cadre institutionnel de l'AEP au Benin	5
2.2.	Données générales sur Klouekamé	5
2.3.	Données de base du projet d'AEP de Klouekamé	6
2.4.	Résumé du projet d'AEP de Klouekamé	8
2.5.	Description du système d'AEP réalisé à Klouekamé	10
2.6.	Exploitation du système d'AEP de Klouekamé	11
CHAPITRE 3	BOUNDIALI (COTE D'IVOIRE)	17
3.1.	Cadre institutionnel de l'AEP en Côte d'Ivoire	17
3.2.	Données générales sur Boundiali	18
3.3.	Données de base du projet d'AEP de Boundiali	19
3.4.	Résumé du projet d'AEP de Boundiali	22
3.5.	Description du système d'AEP réalisé à Boundiali	24
3.6.	Exploitation du système d'AEP de Boundiali	25
CHAPITRE 4	KATIOLA (COTE D'IVOIRE)	31
4.1.	Cadre institutionnel de l'AEP en Côte d'Ivoire	31
4.2.	Données générales sur Katiola	31
4.3.	Données de base du projet d'AEP de Katiola	32
4.4.	Résumé du projet d'AEP de Katiola	35
4.5.	Description du système d'AEP réalisé à Katiola	36
4.6.	Exploitation du système d'AEP de Katiola	38
CHAPITRE 5	ODJENNE (COTE D'IVOIRE)	43
5.1.	Cadre institutionnel de l'AEP en Côte d'Ivoire	43
5.2.	Données générales sur Odjenné	43
5.3.	Données de base du projet d'AEP d'Odjenné	44
5.4.	Résumé du projet d'AEP d'Odjenné	47
5.5.	Description du système d'AEP réalisé à Odjenné	49
5.6.	Exploitation du système d'AEP d'Odjenné	50
CHAPITRE 6	BOUGOUNI (MALI)	55
6.1.	Cadre institutionnel de l'AEP au Mali	55
6.2.	Données générales sur Bougouni	55
6.3.	Données de base du projet d'AEP de Bougouni	57

ii	Monographie du système d'AEP de 10 PCU	
6.4.	Résumé du projet d'AEP de Bougouni	59
6.5.	Description du système d'AEP réalisé à Bougouni	61
6.6.	Exploitation du système d'AEP de Bougouni	61
CHAPITRE 7	DOSSO (NIGER)	67
7.1.	Cadre institutionnel de l'AEP au Niger	67
7.2.	Données générales sur Dosso et son projet d'AEP	67
7.3.	Données de base du projet d'AEP de Dosso	69
7.4.	Résumé du projet d'AEP de Dosso	72
7.5.	Description du système d'AEP réalisé à Dosso	73
7.6.	Exploitation du système d'AEP de Dosso	74
CHAPITRE 8	KOLLO (NIGER)	81
8.1.	Cadre institutionnel de l'AEP au Niger	81
8.2.	Données générales sur Kollo et son projet d'AEP	81
8.3.	Données de base du projet d'AEP de Kollo	82
8.4.	Résumé du projet d'AEP de Kollo	85
8.5.	Description du système d'AEP réalisé	87
8.6.	Exploitation du système d'AEP de Kollo	88
CHAPITRE 9	BAMBEY (SENEGAL)	93
9.1.	Cadre institutionnel de l'AEP au Sénégal	93
9.2.	Données générales sur Bambey	94
9.3.	Les données de base du projet d'AEP de Bambey	95
9.4.	Résumé du projet d'AEP de Bambey	97
9.5.	Description du système d'AEP réalisé à Bambey	99
9.6.	Exploitation du système d'AEP de Bambey	101
CHAPITRE 10	FATICK (SENEGAL)	107
10.1.	Cadre institutionnel de l'AEP au Sénégal	107
10.2.	Données générales sur Fatick	107
10.3.	Données de base du projet de Fatick	108
10.4.	Résumé du projet d'AEP de Fatick	111
10.5.	Description du système d'AEP réalisé à Fatick	113
10.6.	Exploitation du système d'AEP de Fatick	114
CHAPITRE 11	M'BACKE (SENEGAL)	119
11.1.	Cadre institutionnel de l'AEP au Sénégal	119
11.2.	Données générales sur M'Backé	119
11.3.	Les données de base du projet d'AEP de M'Backé	120
11.4.	Résumé du projet d'AEP de M'Backé	123
11.5.	Description du système d'AEP réalisé à M'Backé	125
11.6.	Exploitation du système d'AEP de M'Backé	126
BIBLIOGRAPHIE		131

Liste des tableaux et figures

Figure 1.1	Carte de l'Afrique de l'Ouest.....	3
Figure 1.2	Schéma de position de l'abonné par rapport à la conduite publique.....	4
Tableau 2.1	Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Klouekamé.....	7
Tableau 2.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Klouekamé.....	7
Tableau 2.3	Devis estimatif du projet d'AEP de Klouekamé.....	9
Tableau 2.4	Récapitulatif des frais courants prévus pour l'AEP de Klouekamé.....	10
Tableau 2.5	Récapitulatif des investissements réalisés à Klouekamé.....	11
Tableau 2.6	Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de Klouekamé.....	12
Tableau 2.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles.....	13
Tableau 2.8	Tarifs en vigueur au Benin en 1991 (facturation bimestrielle).....	14
Tableau 2.9	Gains de quelques gérants de BF.....	14
Figure 2.10	Schéma des installations d'AEP de Klouekamé.....	15
Tableau 3.1	Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Boundiali.....	20
Tableau 3.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Boundiali.....	21
Tableau 3.3.	Devis estimatif du projet d'AEP de Boundiali.....	23
Tableau 3.4	Récapitulatif des frais courants estimés pour l'AEP de Boundiali.....	23
Tableau 3.5	Récapitulatif des investissements réalisés à Boundiali.....	25
Tableau 3.6	Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de Boundiali.....	26
Tableau 3.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles.....	27
Tableau 3.8	Tarifs en vigueur en Côte d'Ivoire en 1992 (facturation trimestrielle).....	28
Tableau 3.9	Gains de quelques gérants de BF.....	29
Figure 3.10	Schéma des installations d'AEP de Boundiali.....	30
Tableau 4.1	Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Katiola.....	33
Tableau 4.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Katiola.....	34
Tableau 4.3	Devis estimatif du projet d'AEP de Katiola.....	36
Tableau 4.4	Frais courants prévisionnels (tableau non réalisé à cause de manque de données).....	36
Tableau 4.5	Récapitulatif des investissements réalisés à Katiola.....	37
Tableau 4.6	Evolution du nombre de branchements à Katiola.....	38
Tableau 4.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles.....	39
Tableau 4.8	Tarifs en vigueur en Côte d'Ivoire en 1992.....	40
Tableau 4.9	Gains de quelques gérants de BF.....	40
Figure 4.10	Schéma des installations d'AEP de Katiola.....	41
Tableau 5.1	Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain à Odjenné.....	45
Tableau 5.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour l'AEP d'Odjenné.....	46
Tableau 5.3	Devis estimatif du projet d'AEP d'Odjenné.....	48
Tableau 5.4	Récapitulatif des frais courants prévus pour l'AEP d'Odjenné.....	48
Tableau 5.5	Récapitulatif des investissements réalisés à Odjenné.....	50
Tableau 5.6	Evolution du nombre de branchements à Odjenné.....	50
Tableau 5.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles.....	51
Tableau 5.8	Tarifs en vigueur en Côte d'Ivoire en 1992.....	52
Tableau 5.9	Gains de quelques gérants de BF à Odjenné.....	53
Figure 5.10	Schéma des installations d'AEP d'Odjenné.....	54
Tableau 6.1	Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Bougouni.....	58
Tableau 6.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Bougouni.....	58
Tableau 6.3	Devis estimatif du projet d'AEP de Bougouni.....	60
Tableau 6.4	Frais courants prévisionnels.....	61
Tableau 6.5	Récapitulatif des investissements réalisés à Bougouni.....	61
Tableau 6.6	Evolution du nombre de branchements à Bougouni.....	62
Tableau 6.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles.....	63
Tableau 6.8	Tarifs en vigueur au Mali en 1991 (facturation mensuelle).....	64
Tableau 6.9	Gains de quelques gérants de BF.....	65

Figure 6.10	Schéma des installations d'AEP de Bougouni.....	66
Tableau 7.1	Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Dosso.....	70
Tableau 7.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Dosso	71
Tableau 7.3	Devis estimatif du projet d'AEP de Dosso.....	73
Tableau 7.4.	Récapitulatif des frais courants prévus pour Dosso.....	73
Tableau 7.5.	Récapitulatif des investissements réalisés à Dosso	74
Tableau 7.6	Evolution du nombre de branchements à Dosso.....	75
Tableau 7.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles	76
Tableau 7.8	Tarifs en vigueur au Niger en 1992 (facturation mensuelle)	77
Tableau 7.9	Gain de quelques gérants de BF à Dosso (année 1991).....	78
Figure 7.10	Schéma des installations d'AEP de Dosso	79
Tableau 8.1	Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Kollo.....	83
Tableau 8.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Kollo.....	84
Tableau 8.3	Devis estimatif du projet d'AEP de Kollo	86
Tableau 8.4	Récapitulatif des frais courants estimés pour l'AEP de Kollo.....	86
Tableau 8.5	Récapitulatif des investissements réalisés à Kollo.....	88
Tableau 8.6	Evolution du nombre branchements dans le réseau d'AEP de Kollo	88
Tableau 8.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles	89
Tableau 8.8	Tarifs en vigueur au Niger en 1992.....	90
Tableau 8.9	Gains de quelques gérants de BF à Kollo (enquête non réalisée).....	91
Figure 8.10	Schéma des installations d'AEP de Kollo.....	92
Tableau 9.1	Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Bambey.....	96
Tableau 9.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Bambey.....	97
Tableau 9.3	Devis estimatif du projet d'AEP de Bambey	98
Tableau 9.4	Récapitulatif des frais courants prévus pour l'AEP de Bambey.....	99
Tableau 9.5	Récapitulatif des investissements réalisés à Bambey	100
Tableau 9.6	Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de Bambey	102
Tableau 9.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles ...	102
Tableau 9.8	Tarifs en vigueur au Sénégal en 1991 (facturation bimestrielle).....	104
Tableau 9.9	Gain de quelques gérants de BF à Bambey en novembre 1990.....	105
Figure 9.10	Schéma des installations d'AEP de Bambey.....	106
Tableau 10.1	Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Fatick.....	109
Tableau 10.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Fatick	110
Tableau 10.3	Devis estimatif du projet de Fatick	112
Tableau 10.4	Récapitulatif des frais courants estimés pour l'AEP de Fatick	112
Tableau 10.5	Récapitulatif des investissements réalisés à Fatick	114
Tableau 10.6	Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de Fatick .	115
Tableau 10.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles ...	115
Tableau 10.8	Tarifs en vigueur au Sénégal en 1992.....	116
Tableau 10.9	Gains de quelques gérants de BF à Fatick au mois de novembre 1990.....	117
Figure 10.10	Schéma des installations d'AEP de Fatick.....	118
Tableau 11.1	Etat de l'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de M'Backé.....	121
Tableau 11.2	Récapitulatif des besoins en eau estimés pour l'AEP de M'Backé	122
Tableau 11.3	Devis estimatif du projet d'AEP de M'Backé	124
Tableau 11.4	Récapitulatif des frais courants estimés pour l'AEP de M'Backé.....	124
Tableau 11.5	Récapitulatif des investissements réalisés à M'Backé	126
Tableau 11.6	Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de M'Backé.	127
Tableau 11.7	Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles ...	127
Tableau 11.8	Tarifs en vigueur au Sénégal en 1992.....	128
Tableau 11.9	Gain de quelques gérants de BF à M'Backé au mois de novembre 1990	129
Figure 11.10	Schéma des installations d'AEP de M'Backé	130

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

1.1. Rappel de la méthodologie

La présente thèse a pour but d'évaluer les systèmes d'alimentation en eau potable (AEP) réalisés dans les petits centres urbains (PCU) en Afrique.

L'étude se rapporte tant aux installations techniques d'AEP qu'aux conditions d'exploitation-gestion et à l'accessibilité et à l'utilisation du service de l'eau par les populations.

Elle est basée sur :

- l'analyse de divers documents généraux sur l'AEP en Afrique et dans le reste du monde ;
- l'étude monographique détaillée du système d'AEP de 10 PCU africains ;
- des enquêtes complémentaires sommaires sur le système d'AEP de quelques autres villes africaines ;
- l'analyse des données d'exploitation de quelques Sociétés de distribution d'eau en Afrique.

Cette partie du mémoire constitue un document annexe à la thèse dans lequel est restituée la monographie du système d'AEP des 10 PCU étudiés.

Il s'agit des PCU suivants cités par pays :

- Benin : Klouekamé
- Côte d'Ivoire : Boundiali, Katiola, Odjenné
- Mali : Bougouni
- Niger : Dosso, Kollo
- Sénégal : Bambey, Fatick, M'Backé.

Le terrain de l'étude a été volontairement limité aux pays d'Afrique de l'Ouest francophone (fig 1.1). Les raisons de ce choix, ainsi que de celles relatives aux pays et aux PCU sont développées au chapitre 1 de la thèse (Première partie).

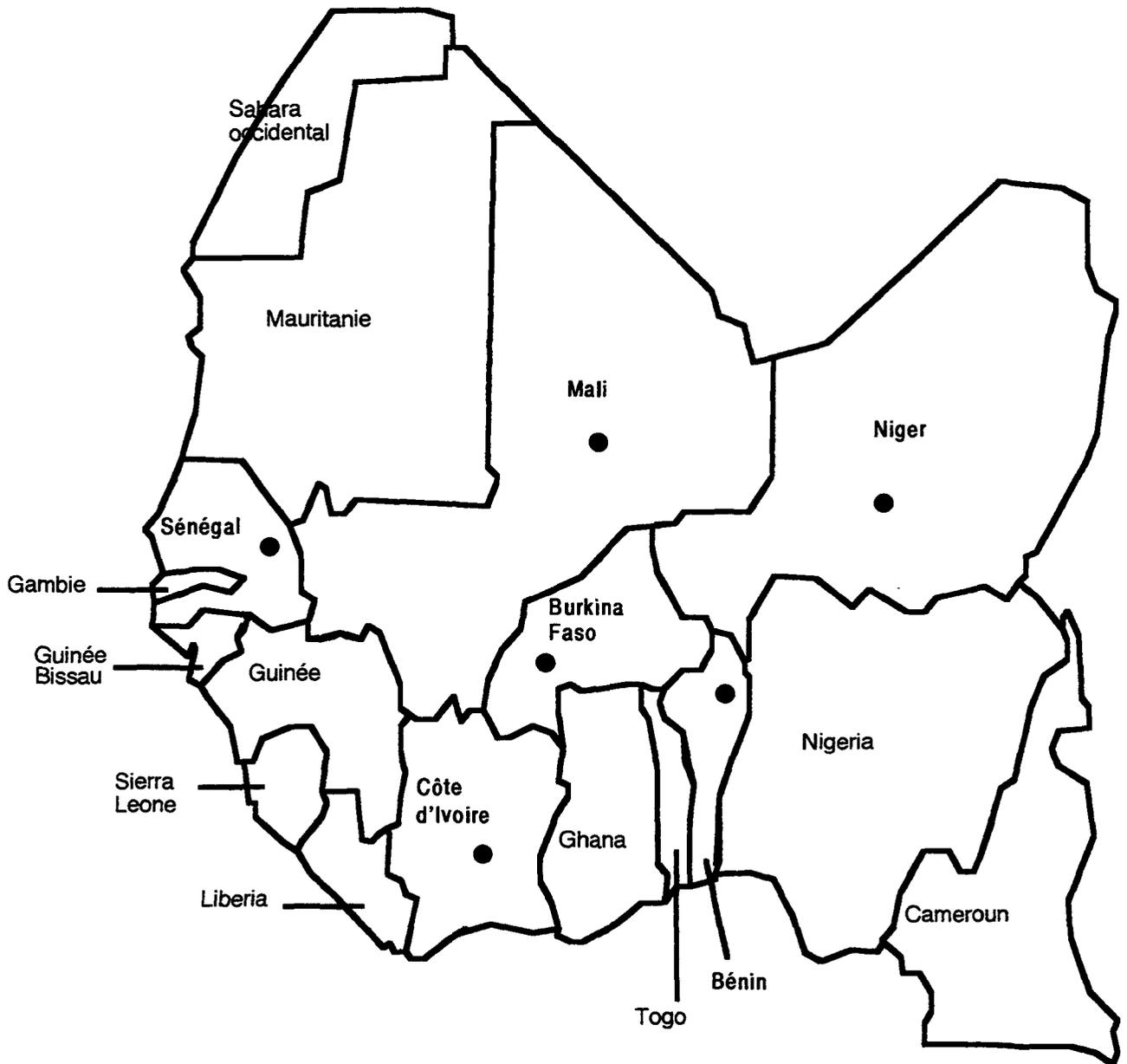
1.2. L'étude monographique de l'AEP des 10 PCU retenus

L'étude monographique est présentée de manière uniforme. Elle fait ressortir les éléments suivants

- Le cadre institutionnel dans lequel sont effectuées l'initiation et l'étude du projet, et celui de l'exploitation-gestion des installations d'AEP
- Les données générales sur le PCU et sur le pays, notamment la situation géographique, les données économiques, le mode de ravitaillement en eau des populations avant le projet et les ressources en eau disponibles
- Les informations sur l'initiation, le déroulement et le financement des études ainsi que les engagements des différents acteurs

- **Les données de base du projet**
 - échéances et phasages
 - populations et besoins en eau
 - coefficients de pertes et de pointes.
- **Un résumé du projet technique**
 - ouvrages de captage, de traitement, de pompage et de distribution
 - coûts d'investissements et d'exploitation prévisionnels.
- **La description du système d'AEP réalisé**
 - déroulement des travaux
 - caractéristiques des ouvrages
 - coûts des investissements réalisés
- **Les données d'exploitation**
 - acteurs impliqués
 - maintenance des installations
 - mode de ravitaillement et utilisation de l'eau du système par les populations
 - charges d'exploitation
 - qualité du service
 - tarification et recouvrement des factures d'eau.

Figure 1.1 Carte de l'Afrique de l'Ouest



● Pays enquêtés

1.3. Notes complémentaires

1.3.1. le calcul des ratios par habitant

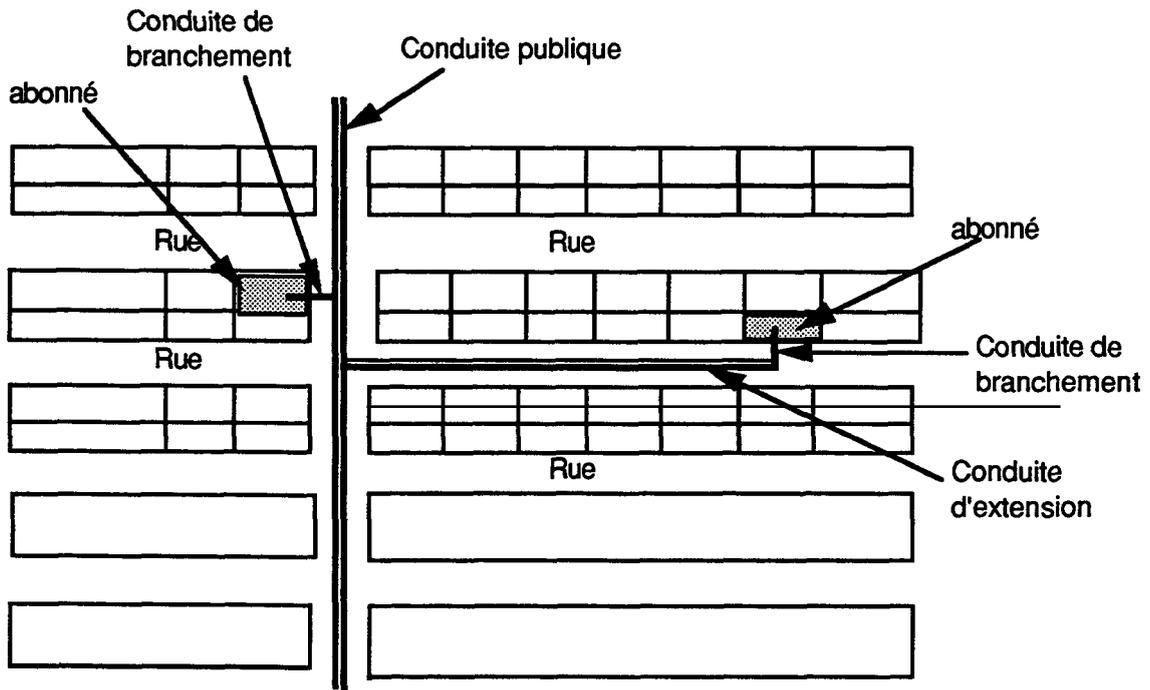
Les estimations de populations faites dans les avant-projets sont utilisées pour le calcul des ratios par habitant, notamment les consommations spécifiques et les coûts moyens spécifiques, à cause de l'absence d'autres données démographiques.

1.3.2. le branchement

On note deux situations possibles dans la réalisation du branchement d'un client à l'abonnement, sur le réseau d'AEP.

1. Si la distance qui sépare le client de la conduite publique, appelée longueur du branchement, ne dépasse le maximum fixé (40 m au Bénin, 12 m en Côte d'Ivoire etc), alors le client paie seulement le coût fixé pour le branchement.
2. Si la longueur du branchement dépasse le maximum fixé, alors on procédera à une extension de réseau qui consiste à la pose d'une conduite de diamètre au moins égal à 63 mm en PVC, sur la distance qui sépare le client de la conduite publique. Selon le pays, cette extension est entièrement ou partiellement à la charge du client. Il paie également le coût du branchement normal (fig 1.2).

Figure 1.2 Schéma de position de l'abonné par rapport à la conduite publique



CHAPITRE 2 KLOUEKAME (BENIN)

2.1. Cadre institutionnel de l'AEP au Benin

2.1.1. la Direction de l'hydraulique

C'est l'organe de l'Etat chargé de la supervision de la planification et des investissements en matière d'aménagements hydrauliques, notamment dans le domaine de l'AEP et du contrôle de l'exploitation-gestion des systèmes d'AEP urbains.

2.1.2. la Société béninoise d'électricité et d'eau (SBEE)

L'Etat béninois a consenti à la SBEE la responsabilité et le monopole dans la planification, la mise en place et l'exploitation-gestion des systèmes d'AEP et des réseaux d'électricité sur tout le territoire national.

La SBEE est une entreprise publique dont l'Etat détient la totalité des parts.

2.2. Données générales sur Klouekamé

2.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville de Klouekamé est située à 155 km au nord ouest de la capitale Cotonou et à 30 km de la ville historique d'Abomey (voir annexe I).

Klouekamé est un chef lieu de district, 3ème niveau d'importance administrative au Benin. On y rencontre des services de l'Etat et de la municipalité, des écoles, un centre de santé etc.

2.2.2. données économiques

Le Benin fait partie des PMA. Selon le rapport du PNUD de 1992 sur le développement urbain publié par Oxford University Press [5], le revenu moyen par habitant y était de 380 dollars US en 1989, soit 95 000 Fcfa.

- Les activités économiques des habitants de Klouekamé sont essentiellement du secteur primaire.
 - cultures vivrières : maïs, manioc
 - cultures commerciales : arachides, tomates, palmiers
 - élevage du petit bétail en faible quantité.
- Le secteur secondaire se limite au petit artisanat.
- Le secteur tertiaire n'existe que par la présence des services publics de l'Etat et par le petit commerce.

2.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à Klouekamé

Les populations se ravitaillaient en eau aux puits traditionnels tarissant pour la plupart d'entre eux pendant la saison sèche. Ce qui entraînait quelques pénuries d'eau dans la ville.

2.2.4. initiation du projet d'AEP

Le projet d'AEP de Klouekamé se situe dans le cadre d'un projet plus vaste dit des 24 chefs-lieux de district. Ce projet des 24 fait lui même partie d'un vaste programme d'équipement de l'ensemble des chefs-lieux de district du pays lancé par l'Etat.

La décision d'équiper la ville de Klouekamé en système d'AEP est donc purement politique et n'implique nullement les populations ou la municipalité.

2.2.5. financement de l'étude

L'étude a été financée par la République fédérale d'Allemagne sur une subvention accordée à l'Etat béninois.

2.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

L'étude a été confiée au bureau d'ingénieurs-conseils allemand IGIP. Elle a été réalisée entre 1979 et 1980.

2.2.7. engagement et partenariat avec les bénéficiaires

Aucune forme de partenariat ou de participation n'a été demandée aux futurs bénéficiaires du projet.

2.3. Données de base du projet d'AEP de Klouekamé

2.3.1. échéances

Le projet a été conçu pour 2 phases de réalisation

- première phase : réalisation des installations entre 1982 et 1983 pour satisfaire les besoins de 1990, soit 7 ans
- deuxième phase : réalisation des installations en 1990 pour satisfaire les besoins jusqu'en 2000, l'échéance finale, soit au total 17 ans.

2.3.2. populations

Les projections démographiques ont été faites sur les bases suivantes :

- une enquête démographique effectuée en 1961 jugée peu précise par le bureau d'études
- les résultats alors provisoires du recensement général des populations effectué en 1979 au Bénin, à l'issue duquel la population de Klouekamé avait été évaluée entre 6 000 et 8 000 habitants.

Le bureau d'étude a retenu 6 000 habitants pour l'année 1979 et un taux d'accroissement démographique de 2.5 % par an.

Nota : Selon des estimations faites par la SBEE, la population de Klouekamé s'élevait à 9 970 habitants en 1 979 et croit à un taux de 3.3 % par an.

Ces 2 estimations conduisent à une imprécision de 100 % pour la population de l'échéance finale (an 2 000).

2.3.3. urbanisme

La ville est bâtie sur un terrain assez plat. L'habitat est de type traditionnel en terre avec un toit en tôle ondulée ou en paille. En dehors du marché, il n'existe pas de distinction notable entre quartiers.

Tableau 2.1 Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Klouekamé

Années	1979	1980	1990	2000
Superficie en ha	74	74	105	105
Population estimée	6 000	6 150	7 870	10 070
Densité en hab/ha	81	83	75	96

2.3.4. besoins en eau

Les besoins en eau ont été évalués sur la base des consommations spécifiques globales suivantes :

- fin première phase (1990), 18 l/j.hab
- fin deuxième phase (2000), 31 l/j.hab.

Ces besoins spécifiques ne distinguent donc pas les consommateurs domestiques par BP des usagers des BF. En outre, ils comprennent les consommations annexes, notamment ceux des services de l'Etat.

Tableau 2.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Klouekamé

Années	1980	1984	1990	2000
Population estimée	6 150	6 780	7 870	10 070
Besoins spécifiques globaux en l/j.hab	-	6.3	18	31
Besoins en eau globaux en m3/j	-	42	142	312

2.3.5. sécurité dans la production et l'adduction d'eau (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Les ouvrages d'adduction ont été calculés pour les besoins de production du jour de pointe de l'échéance finale. On a ainsi appliqué aux besoins moyens journaliers les coefficients multiplicateurs suivants :

- un coefficient de pertes d'eau de **1.15**
- un coefficient de pointe journalière de **1.25**.

Les besoins de production calculés pour les jours de pointe sont :

- fin première phase, 167 m³/j
- fin deuxième phase, 448 m³/j.

2.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Le réseau de conduites de distribution a été calculé pour le débit de l'heure de pointe de l'échéance finale. On a appliqué au débit moyen horaire du jour de pointe un coefficient de pointe horaire de **1.8**.

La pression minimale a été fixée à 11 m.

2.3.7. ressources en eau

Klouekamé est située en zone tropicale humide avec une pluviométrie annuelle de 1160 mm en moyenne.

Comme eau de surface, on n'y rencontre que quelques marigots et mares. C'est pourquoi, c'est le captage du Maestrichtien, un aquifère sablonneux considéré généralement comme assez riche en eau, qui a été retenu pour l'AEP de la ville.

2.4. Résumé du projet d'AEP de Klouekamé

2.4.1. captage et pompage d'eau

On prévoit selon les phases du projet

- la réalisation et l'équipement d'un premier forage, F1 en 1983 pour débiter 10 m³/h ;
- la réalisation et l'équipement en 1990 d'un deuxième forage, F2 pour débiter 15 m³/h.

2.4.2. traitement de l'eau

Le traitement prévu se limite à la désinfection de l'eau par injection d'une solution d'hypochlorite de calcium à la sortie des forages.

2.4.3. réseau de distribution et équipement divers

Un château d'eau métallique de 100 m³ est prévu pour la distribution.

On prévoit selon les phases :

- la pose en 1983 de 1 km de conduites de 100 mm de diamètre en fonte pour l'adduction d'eau et de 6.3 km de PVC pour la distribution, la construction d'un bâtiment d'exploitation commun à l'AEP et à la distribution d'énergie électrique,
- la pose en 1991 de 7.4 km de conduites PVC.

2.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Le projet d'AEP est intégré à un projet d'électrification de la ville à partir duquel est d'ailleurs prévue l'alimentation des pompes.

Mais aucun autre projet de développement de la ville ou de la région n'y est associé.

2.4.5. estimation des coûts d'investissement

Les coûts indiqués (tab 2.3) ci-après correspondent à leurs valeurs de 1980. Les frais d'étude et de surveillance des travaux sont évalués à 14 % des coûts d'investissements.

Tableau 2.3 Devis estimatif du projet d'AEP de Klouekamé

Désignation de l'ouvrage	Investissements (par phase) M.Fcfa	Total projet M.Fcfa	Coût unitaire Fcfa/hab	Coût par rapport au total en %
•Forages et traitement	30.1 (1)	55.2	5 480	27
	25.1 (2)			
•Château d'eau	33.8 (1)	33.8	3 360	16
•Réseau de conduites	83.0 (1)	100.8	10 000	48
	17.8 (2)			
•Bâtiment de service	18.6 (1)	18.6	1 850	9
Totaux	(1) et (2)	208.4	20 690	100

2.4.6. évaluation des charges d'exploitation

La période considérée va de 1984 à l'an 2000, soit 17 ans d'exploitation. Les montants indiqués correspondent à leur valeur de 1980.

La production d'eau escomptée pendant cette période est de 1.04 millions de m³.

- Frais courants

Tableau 2.4 Récapitulatif des frais courants prévus pour l'AEP de Klouekamé

Désignation de la dépense	Montant en M.Fcfa	Montant en % du total	Prix de revient F/m3
Personnel	42.3	33	40.7
Energie	25.0	20	24.0
Réactifs de traitement	6.5	5	6.3
Entretien + fourniture	42.6	34	41.0
Frais de siège et divers	10.5	8	10.1
Totaux	126.1	100	122.1

- Renouvellement des installations : Les frais sont estimés à 26.6 millions de Fcfa pour les 17 ans, soit un ratio de 25.6 Fcfa le m3 d'eau produit.

- Amortissement des investissements : Sur les 208.4 millions de Fcfa d'investissements initiaux, (tab 2.3), on estime à 106.2 millions de Fcfa la valeur résiduelle des installations à l'échéance an 2000.

Le montant à amortir est donc de 102.2 millions de Fcfa soit 98.3 Fcfa le m3 d'eau produit.

Le prix de revient global du m3 d'eau produit est de **246 Fcfa** environ.

2.5. Description du système d'AEP réalisé à Klouekamé

2.5.1. déroulement des travaux

Les travaux de la première phase avaient été prévus en 1984, mais c'est en 1986 qu'ils ont été réalisés. Le volet électrification de la ville n'a pas été réalisé. Il n'y a eu aucune forme de participation des populations aux travaux.

2.5.2. captage et pompage

Le forage réalisé F1 a été équipé pour débiter 14.5 m3/h. En outre, il a été nécessaire d'installer un groupe électrogène pour l'entraînement de la pompe.

2.5.3. traitement de l'eau

Le traitement se limite à une désinfection par injection d'une solution d'hypochlorite de calcium à la sortie du forage.

2.5.4. réseau de conduites et équipement divers

Le château d'eau installé est un réservoir métallique de 84 m³ récupéré sur un autre système d'AEP.

Les 14 km de conduites de distribution prévues pour les deux phases ont été posées dès la première phase en PVC, soit un taux d'équipement en conduite de 1.4 m linéaire par habitant nominal (voir fig 2.10).

On a réalisé également en ville un bâtiment de service pour bureaux et magasins.

2.5.5. investissements réalisés

- Bailleur de fonds et mode de financement : Le projet a été entièrement financé par la République fédérale d'Allemagne sur un prêt accordé à l'Etat béninois.
- Montants :

Tableau 2.5 Récapitulatif des investissements réalisés à Klouekamé

Désignation de l'ouvrage	Coûts en M.Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab nominal	Coûts en % du total
-Forage et traitement	37.0	3 670	26
-Château d'eau	18.9	1 880	14
-Réseau de conduites	55.0	5 460	39
- Bâtiment	30.2	3 000	21
Totaux	141.1	14 010	100

2.6. Exploitation du système d'AEP de Klouekamé

2.6.1. acteurs impliqués

L'exploitation-gestion du système d'AEP est assuré exclusivement par la SBEE. Le service local de la SBEE est appelé "Centre" de Klouekamé.

2.6.2. maintenance des installations

La SBEE n'a pas de programme de maintenance préventive des installations d'AEP. Cependant, les installations de Klouekamé étaient en bon état de marche lors de la visite sur le site en avril 1991.

2.6.3. mode de ravitaillement et évolution du nombre de branchements

Pour les systèmes d'AEP urbains gérés par la SBEE, le ravitaillement en eau se fait suivant deux modes :

- Par branchement privé (BP) :
 - branchements des particuliers (domestiques, commerciaux, artisanaux ou industriels)
 - branchements des services de l'administration de l'Etat ou de la municipalité
- Par bornes fontaines (BF) : La gestion des BF est assurée par des fontainiers privés qui souscrivent à un abonnement auprès de la SBEE et vendent l'eau aux usagers.

Tableau 2.6 Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de Klouekamé

Années	1983	1987	1988	1989	1990
Population estimée	6 620	7 310	7 490	7 680	7 870
Nbre de BP dont administ.	-	-	11	63	77
Nbre de BF	-	-	15	19	19
Nombre total de branchements (BP+BF)	-	-	26	82	96
Habitants/branchement	-	-	288	94	82

2.6.4. coût et modalité d'acquisition du branchement au Benin

Le branchement est réalisé à la demande du client. Il est facturé sur devis et payé avant réalisation. Il existe 2 types de branchements.

- Le branchement social : Il est désigné par "branchement gratuit". C'est un branchement subventionné attribué pour usage domestique ou pour BF. La longueur de la conduite de branchement ne doit pas dépasser 40 m (voir fig 1.3). Le diamètre de la conduite de branchement est de 15 mm. Le client paye les frais d'abonnement qui s'élèvent à 12 800 Fcfa et se décomposent comme suit :

- avance sur consommation 12 000 Fcfa
- frais de timbre 800 Fcfa.

- Le branchement normal : Domestique ou non, il coûtait en 1991 au client au minimum 65 400 Fcfa pour un diamètre de 15 mm et une longueur de conduite de branchement ne dépassant pas 40 m.

Pour des longueurs de branchements supérieures, on procède à une extension de réseau (voir § 1.3 et fig 1.3).

2.6.5. Evolution de la production-consommation et pertes d'eau à Klouekamé

Tableau 2.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1983	1987	1988	1989	1990
Population estimée	6 620	7 310	7 490	7 680	7 870
Product. en milliers de m ³	-	-	10.4	14.1	20.8
Consom. en milliers de m ³	-	-	9.4	12.7	18.7
Pertes en % eau produite	-	-	10	10	10
Pertes en % eau consom.	-	-	11	11	11
Consom. spécifique globale en l/j.hab	-	-	3.4	4.5	6.5

Nota: En 1990, la consommation dans les services de l'administration de l'Etat était de 1260 m³, soit 6.7 % de la consommation totale.

2.6.6. charges proportionnelles en 1990

- Energie : La consommation moyenne en fuel et le service du groupe électrogène étaient évalués à l'équivalent d'une consommation de 0.9 kwh d'énergie électrique par m³ d'eau produit.
- Réactif de désinfection : La consommation moyenne en hypochlorite de calcium était de 1.1 g/m³ d'eau produit.
- Maintenance : Aucune donnée chiffrée sur les dépenses en maintenance n'a été disponible lors des enquêtes.

2.6.7. importance et charges du personnel

En 1991, il y avait 2 agents au Centre SBEE de Klouekamé et 6 agents à la Direction régionale d'Abomey affectés au service de l'AEP dans la région.

Proportionnellement à la production, la cote part de Klouekamé serait à peine d'un agent.

Ainsi on peut évaluer à 3 le nombre d'équivalents agents sur le terrain pour l'AEP de Klouekamé (sans le service au siège de la SBEE à Cotonou)

En 1990, le salaire des 2 agents de Klouekamé s'élevait à 1.08 millions de Fcfa, soit 52 Fcfa le m³ d'eau produit.; avec les 3 équivalents agents, on comptera 78 Fcfa le m³ d'eau produit.

2.6.8. qualité du service assuré

Jusque lors des enquêtes à Klouekamé (mars 1991), la pression de service était encore bonne dans le réseau. La teneur en chlore résiduel en sortie de station était le seul paramètre de qualité suivi. Les valeurs indiquées dans le registre vont de 0.2 à 0.5 g/m³.

Le réseau de conduites couvrait la totalité du périmètre urbain.

2.6.9. tarification de l'eau au Benin

La tarification est uniforme au niveau national. Elle est sensée être appliquée en péréquation nationale, regroupant donc l'ensemble des charges. Mais dans la pratique, c'est le gouvernement qui impose des tarifs à la Société.

La facturation est bimestrielle. Elle est faite selon le type de branchement et suivant les tranches de volume suivantes.

- Consommation par BP (domestique ou non)

Tableau 2.8 Tarifs en vigueur au Benin en 1991 (facturation bimestrielle)

Tranche de volume	jusqu'à 20 m3	de 21 à 60 m3	à partir de 61 m3
Nature du tarif	Social	Normal	Dissuasif
Tarif en Fcfa le m3	100	170	215

- Consommation à partir des BF
 - jusqu'à 20 m3, c'est le tarif social à 100 Fcfa le m3
 - à partir de 21 m3, c'est le tarif normal à 170 Fcfa le m3.

Nota : l'eau est vendue aux usagers de BF à 10 Fcfa les 20 litres, soit 500 Fcfa le m3.

2.6.10. paiement des factures d'eau

Le taux de paiement moyen pour les usagers privés (BP et BF) avoisinait 100 % en 1990.

Le paiement des factures de l'administration se fait de manière globale pour l'ensemble du pays à Cotonou sur le trésor de l'Etat. Mais en mars 1991, rien n'avait été payé des factures des années 1990 et 1991.

2.6.11. suspension ou résiliation de contrats d'abonnement

Selon le règlement, la suspension du branchement intervient dès que l'abonné cumule 2 factures impayées et la résiliation après 3 factures.

En mars 1991, 8 branchements sur 96, tous des BF étaient en situation de suspension, soit 8 %.

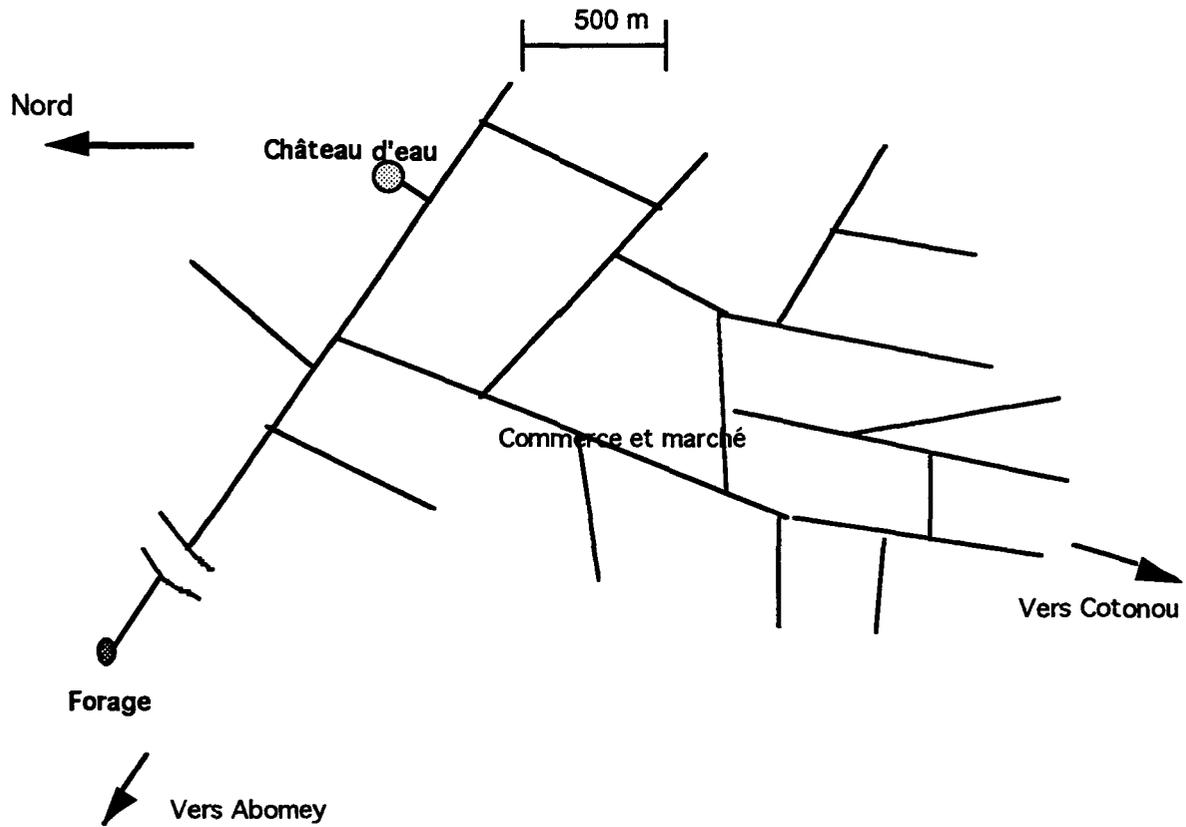
2.6.12. gain d'un gérant de BF à Klouekamé

Avec les tarifs en vigueur (voir § 2.6.9), les gérants de BF gagnent 330 Fcfa sur un m3 d'eau vendue. Mais l'enquête n'a pu être menée pour déterminer leur gain mensuel moyen à Klouekamé.

Tableau 2.9 Gains de quelques gérants de BF
(enquête non réalisée à Klouekamé)

Figure 2.10 Schéma des installations d'AEP de Klouekamé
(longueur du réseau de conduites, 11 km)

Etabli à partir d'observations faites sur le terrain



CHAPITRE 3 BOUNDIALI (COTE D'IVOIRE)

3.1. Cadre institutionnel de l'AEP en Côte d'Ivoire

3.1.1. la Direction de l'eau (DE)

C'est l'organe de l'Etat chargé de la définition, la mise en application et le contrôle de la politique nationale de l'eau sous toutes ses formes à l'exception de l'énergie hydro-électrique.

Dans le cas de l'AEP, les installations sont une propriété de l'Etat qui en recherche le financement et garantit le remboursement des emprunts.

La DE est le maître d'ouvrage des projets. Elle assure également le contrôle de l'exploitation.

3.1.2. la Direction et contrôle des grands travaux (DGCTX)

C'est un service de l'Etat créé pour assurer le contrôle technique des travaux de grande envergure en Côte d'Ivoire. Elle assure la maîtrise d'oeuvre pour tout grand projet de l'Etat.

En AEP, la DGCTX assure le contrôle technique des travaux neufs et des travaux de renouvellement.

3.1.3. la Société d'exploitation des eaux de la Côte d'Ivoire (SODECI)

Par un contrat d'affermage de 1960 à 1987, puis de concession à partir de 1987, l'Etat ivoirien a confié à la SODECI la gestion des installations de production et de distribution d'eau sur tout le territoire national.

La SODECI est une société anonyme de droit privé.

En 1991 son capital s'élevait à 2 milliards de Fcfa détenus à 53 % par des privés ivoiriens et 47 % par la Société d'aménagement urbain et rural (SAUR), une entreprise française.

Le rôle de la SODECI a été défini comme suit :

- l'exploitation des eaux de surface et des nappes aquifères souterraines à l'exclusion de l'hydraulique villageoise
- les opérations liées à l'exploitation et la gestion des réseaux d'AEP
- les travaux d'entretien, de réformation de toute nature, de destination de tous les biens affectés à l'exploitation du service concédé
- les travaux de renouvellement de tous les biens affectés à l'exploitation du service concédé
- les travaux neufs d'adaptation, de renforcement et d'extension nécessaires au maintien de la qualité du service, ou rendus nécessaires par les décisions d'adaptation et (ou) d'amélioration dudit service arrêtées par l'Etat.

3.2. Données générales sur Boundiali

3.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville de Boundiali est située dans la région nord de la Côte d'Ivoire à environ 700 km d'Abidjan et 100 km à l'ouest de Korogho (voir annexe II).

C'est un chef-lieu de Préfecture, deuxième niveau dans la hiérarchie administrative. On y rencontre quelques services de l'Etat et de la municipalité.

3.2.2. données économiques

Comme tous les pays africains, la Côte d'Ivoire traverse depuis la fin des années 80 une grave crise économique. Le revenu moyen par habitant du pays était de 790 dollars en 1989, soit 197 500 Fcfa [5].

Cependant, l'économie ivoirienne reste l'une des moins fragiles de l'Afrique au sud du Sahara.

Celle de Boundiali souffre des conditions climatiques relativement défavorables du nord du pays, de l'insuffisance des structures de développement et de son éloignement d'Abidjan et de la mer. Mais le revenu moyen des populations permet de leur assurer le minimum vital.

- Les activités économiques sont essentiellement du secteur primaire
 - cultures vivrières : maïs, mil, sorgho, riz, légumes
 - cultures commerciales : coton, soja
 - élevage : bovins, petit bétail.
- Le secteur secondaire ne comporte que quelques activités artisanales .
- Le secteur tertiaire se limite aux activités commerciales et à celles des services de l'administration de l'Etat.

3.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à Boundiali

La ville de Boundiali a été équipée pour la première fois en système d'alimentation en eau en 1958. Avant le projet qui fait l'objet de cette étude (1975), le système comprenait les ouvrages suivants :

- un captage et pompage à partir d'une retenue aménagée sur la rivière Bagoué à 6 km au nord de la ville
- une station de traitement de 30 m³/h avec floculation à chicanes, décantation statique, filtration rapide sur sable, désinfection à l'hypochlorite de calcium, ainsi que 2 groupes de pompes de reprise débitant respectivement 30 m³/h et 19 m³/h
- un château d'eau de 100 m³ en BA en bout de réseau, dont la capacité était devenue insuffisante pour satisfaire les besoins de service
- un réseau de conduites de 21.8 km en fonte et en amiante ciment dont environ 7 km de refoulement.

Le réseau couvrait moins de 1/3 du périmètre urbain et le service dans la partie couverte était insuffisant à cause de l'insuffisance de la production et de la capacité de stockage et de distribution.

3.2.4. initiation du projet d'AEP

Dès le début des années 1970, la capacité de production et de distribution des installations s'est trouvée insuffisante pour des besoins sans cesse croissants.

C'est ainsi que la SODECI a proposé et obtenu de la DE de mener des études en vue d'un renforcement et d'une extension de ces installations. L'étude ne fait cas d'aucune implication de la municipalité, de l'administration locale ou des populations à ce stade du projet.

3.2.5. financement de l'étude

L'étude a été financée sur un fonds de développement provenant de la vente de l'eau et géré par la SODECI. Plus de détails sont donnés sur ce fonds au paragraphe 3.5.5.

3.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

L'étude a été menée par la SODECI en 1975, en collaboration avec la direction de l'eau.

3.2.7. engagement et partenariat avec les populations

Aucune forme de partenariat, ni d'engagement n'a été demandée aux populations et à la municipalité de Boundiali pour le financement ou pour les travaux.

3.3. Données de base du projet d'AEP de Boundiali

3.3.1. échéances

Le projet d'AEP a été conçu pour 2 phases de réalisation :

- première phase, réalisation en 1977 pour satisfaire les besoins de 1980 ;
- deuxième phase, réalisation en 1981 pour satisfaire les besoins de 1989, échéance finale du projet.

3.3.2. population

L'estimation des populations futures a été faite sur la base

- du recensement national de 1974 à l'issue duquel la population de Boundiali avait été estimée à 9 750 habitants ; cette population a été retenue comme base de calcul des populations futures ;
- d'enquêtes statistiques diverses menées par le ministère du plan et par la SODECI d'où un taux d'accroissement démographique de 5 % par an est retenu.

3.3.3. urbanisme

La ville de Boundiali est bâtie sur un terrain assez plat surplombé par quelques collines du côté ouest.

La superficie urbanisée est évaluée à 190 ha. Selon les prévisions de l'étude, c'est essentiellement par densification de cette superficie que s'effectuera l'accroissement de la population avant l'échéance du projet. Les bâtiments sont à un niveau.

On distingue à Boundiali 4 types de quartiers :

- un quartier administratif et commercial au centre de la ville avec des bâtiments en argile, mais aussi quelques bâtiments en parpaings ;
- des quartiers résidentiels traditionnels plus peuplés , avec des bâtiments en argile, des petites cases rondes avec toit de chaume ;
- un nouveau quartier résidentiel au sud-ouest de la ville; d'un standing plus élevé, ce quartier est essentiellement habité par les fonctionnaires de l'Etat et quelques commerçants, les bâtiments sont en parpaings ;
- un quartier non loti, n'ayant donc aucune voirie distincte ; les bâtiments sont des cases rondes dispersées ; ce quartier est essentiellement habité par des populations à faible revenu émigrées des pays voisins.

Tableau 3.1 Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Boundiali

Années	1975	1980	1989
Population estimée	10 200	13 400	20 500
Densité hab/ha	53	70	108

3.3.4. besoins en eau

Dans les systèmes d'AEP urbains en Côte d'Ivoire, la distribution de l'eau se fait uniquement par branchement privé. Le projet ne prévoit donc pas de ravitaillement par borne fontaine.

- Les besoins domestiques ont été évalués selon : 31 l/j.hab en première phase (1980) et 45 l/j.hab à l'échéance finale du projet (1989).

- Les besoins dans les services publics ont été évalués comme ceux des populations, c'est à dire à partir de leur taille et des consommations spécifiques tirées de l'expérience (données d'exploitation des années antérieures). A titre d'exemple, les valeurs spécifiques suivantes ont été utilisés :

- écoles avec internat, 40 l/j.élève
- écoles sans internat, 10 l/j.élève
- hôpital, 400 l/j.lit.

- Les besoins industriels sont évalués par forfait à 10 m³/j.hab de superficie urbaine prévue pour les industries.

- Les besoins globaux sont ainsi évalués à 455 m³/j pour la première phase et à 1075 m³/j pour la deuxième phase.

Tableau 3.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Boundiali

Années	1977	1980	1989
Population estimée	11 200	13 400	20 500
Besoins globaux m ³ /j	305	455	1 075
Besoins spécifiques globaux l/j.hab	27	34	52

3.3.5. sécurité dans la production et l'adduction d'eau (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Les ouvrages d'adduction sont calculés avec les besoins de production estimés pour le jour de pointe de l'année 1989. On a appliqué aux besoins de consommation moyens journaliers les coefficients suivants :

- un coefficient de pertes de **1.2**
- un coefficient de pointe journalière de **1.3**

Les besoins de production du jour de pointe correspondants sont :

- pour la première phase (1980), 720 m³/jour
- pour l'échéance finale (1989), 1700 m³/jour.

3.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Le réseau de conduites de distribution est calculé avec le débit de l'heure de pointe prévu pour l'année 1989. Le coefficient de pointe horaire appliqué est de **1.9**.

Le débit de calcul du réseau est donc d'environ 3 fois le débit moyen horaire consommé à l'échéance du projet.

3.3.7. ressources en eau

Le projet ne fait pas cas du potentiel d'eaux souterraines à Boundiali et dans ses environs. Le renforcement des installations de captage et de traitement existantes sur la rivière de la Bagoué est la seule alternative envisagée.

3.4. Résumé du projet d'AEP de Boundiali

3.4.1. captage et pompage

Les réalisations suivantes sont prévues :

- rehaussement en première phase du seuil sur la rivière de la Bagoué pour porter le volume de la retenue à 250 000 m³ ;
- remplacement des 2 pompes d'exhaure existantes de 30 m³/h par 2 de 60 m³/h chacune en première phase, puis par 2 autres de 90 m³/h chacune en deuxième phase, ainsi que les équipements hydrauliques et électriques.

3.4.2. traitement de l'eau

On prévoit les réalisations suivantes :

- le renforcement de l'unité de traitement existante de 30 m³/h d'une 2ème unité identique en première phase puis d'une 3ème en deuxième phase ;
- le remplacement en première phase des pompes d'eau traitée existantes par 2 de 90 m³/h.

3.4.3. réseau de distribution et équipement divers

Un nouveau château d'eau en BA de 300 m³ est prévu en tête de réseau dès la première phase. Ce qui fera du château d'eau de 100 m³ existant un réservoir d'équilibre.

Les 14.7 km de conduites de distribution seront renforcés

- en première phase par la pose de 7.6 km de conduites PVC pour densifier le réseau ;
- en deuxième phase par la pose de 17.5 km de conduites PVC pour densifier et étendre le réseau à d'autres quartiers.

Ce qui devrait porter la longueur totale du réseau à 39.8 km, soit une densité d'équipement de 1.9 m linéaire de conduites par habitant de 1989 dont 1.13 m/hab dans le cadre du projet.

On prévoit la construction d'un bâtiment servant de bureaux pour le Centre SODECI en ville, d'un logement pour le chef de centre sur le même site que le bureau et d'un logement pour le gardien de station sur le site.

3.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Le projet n'a été intégré à aucun autre projet de développement socio-économique de la localité ou de la région.

3.4.5. estimation des coûts d'investissement

Les coûts sont actualisés à leurs valeurs de 1975. Ils comprennent les frais d'études et de surveillance de chantier.

Tableau 3.3. Devis estimatif du projet d'AEP de Boundiali

Désignation de l'ouvrage	Phase	Investis. par phase M.Fcfa	Total ouvrage M.F cfa	Coûts unitaires F cfa/hab	Coût ouvrage en % du total
Captage et pompage	1	14.8	21.3	1 040	7
	2	6.5			
Station de traitement	1	29.5	58.5	2 850	19
	2	29.0			
Nouveau château d'eau	1	36.0	36.0	1 760	12
Réseau de distribution	1	107.6	170.3	8 310	56
	2	62.5			
Bâtiments de service	1	17.1	17.1	830	6
Totaux			303.2	14 790	100

3.4.6. évaluation des charges d'exploitation

Les coûts sont actualisés à l'année 1975. Les calculs sont faits sur la période allant de 1975 à 1989, soit 14 ans. La production pendant cette période, actualisée à 1975 est estimée à 2.98 millions de m³.

- Frais courants : Ils sont présentés de la manière suivante :
 - frais fixes : personnel, logistique, frais de siège
 - frais proportionnels : énergie, réactifs de traitement, maintenance
 - autres (non précisés).

Tableau 3.4 Récapitulatif des frais courants estimés pour l'AEP de Boundiali

Désignation de la dépense	Montants en M. Fcfa	Montants en % du total	Prix de revient Fcfa/m ³
Frais fixes	81.4	30	27.3
Frais proportionnels	152.5	56	51.2
Autres frais	37.2	14	12.5
Totaux	271.1	100	91.0

• **Amortissement des investissements**

- les installations existantes : sans le projet, le prix de revient moyen du m³ d'eau produite pendant la période allant de 1975 à 1989 serait de 344.3 Fcfa ;
- avec les investissements de la première phase, le prix de revient marginal de l'eau produite en sus est estimé à 144.1 FCFA le m³, le prix de revient moyen après la première phase y compris les installations existantes est estimé à 265.4.Fcfa le m³ d'eau produit ;
- avec les investissements de la deuxième phase, le prix de revient marginal des investissements est estimé à 50.6 Fcfa le m³ d'eau produit, le prix de revient moyen après la deuxième phase correspondant au prix de revient total pour l'amortissement des installations est de **186.9 Fcfa** le m³ d'eau produit.

Le prix de revient global (charges d'exploitation et amortissements) calculé sur la période allant de 1975 à 1989 et actualisé à 1975 est de **277.9 Fcfa** le m³ d'eau produit.

3.5. Description du système d'AEP réalisé à Boundiali

3.5.1. déroulement des travaux

Les travaux étaient prévus pour 1977, mais ils n'ont été réalisés qu'en 1979. Il n'y a eu aucune forme de participation des populations à ces travaux.

3.5.2. captage et pompage

Le niveau du barrage seuil sur la rivière la Bagoué a été rehaussé et les deux pompes d'eau brute de 30 m³/h ont été renforcées d'une troisième identique aux premières. Aucune autre réalisation n'a été faite à la tour de prise.

3.5.3. traitement

L'unité de traitement existante de 30 m³/h a été renforcée d'une deuxième unité identique. Les 3 pompes de refoulement de l'eau traitée de 30 m³/h ont été remplacées par des pompes de 60 m³/h.

3.5.4. réseau de distribution et équipement divers

Le système comporte 2 châteaux d'eau en BA de 100 m³ (existant) et de 300 m³ (réalisé en 1979).

Le réseau de conduites existant a été étendu et renforcé par la pose en 1979 de 25.9 km de conduites PVC pour la distribution et de 10 km de conduite en fonte en renforcement de l'adduction. Ce qui correspond à la totalité des prévisions pour les 2 phases.

La longueur totale en conduites est ainsi portée à 70.7 km, correspondant à un taux d'équipement de 3.4 m linéaire par habitant de 1989 (fig 3.10).

Depuis 1979 aucun renforcement ni extension n'a été réalisé sur le réseau de conduites.

Les bâtiments de service prévus (§ 3.4.3) ont été réalisés.

3.5.5. investissements réalisés

• Bailleurs de fonds et mode de financement : Pour financer le programme national d'hydraulique mis en place en Côte d'Ivoire, l'Etat a décidé en 1973 d'une tarification basée sur les principes suivants :

- le secteur de l'eau doit être autonome, les charges liées à ce secteur doivent être supportées par les recettes des ventes d'eau ;
- le prix de l'eau doit être le même sur l'ensemble du territoire ivoirien, cette péréquation permettra aux centres où l'eau revient moins cher de supporter les autres ;
- des branchements sociaux doivent être attribués aux populations les moins nanties.

C'est ainsi qu'une taxe pour un "Fonds de développement" s'élevant en 1992 à 28 Fcfa le m³, a été instaurée dans les composantes du prix de l'eau.

Le projet de Boundiali a été financé sur ce fonds de développement.

• Montants : Les prix sont actualisés à leurs valeurs de 1975.

Tableau 3.5 Récapitulatif des investissements réalisés à Boundiali

Désignation de l'ouvrage	Résiduel de l'existant M.Fcfa	Investiss. réalisés M.Fcfa	Total des investiss. M. Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coût ouvrage en % du total
-Captage et seuil de retenue	18.5	6.6	25.1	1 220	4
-Traitement et refoulement d'eau	155.5	9.0	164.5	8 020	26
-Châteaux d'eau	51.4	29.7	81.1	3 960	13
-Réseau conduites	271.0	74.7	345.7	16 860	55
-Bâtiments	-	14.1	14.1	690	2
Totaux		134.1	630.5	30 750	100

3.6. Exploitation du système d'AEP de Boundiali

3.6.1. acteurs impliqués

En Côte d'Ivoire, l'exploitation des systèmes d'AEP urbains relève exclusivement de la SODECI. Aucune autre institution n'y est associée.

3.6.2. maintenance

La SODECI a mis en place une politique de maintenance de ses installations considérée au sein de l'Union africaine des distributeurs d'eau (UADE) comme la référence. Celle-ci se compose de 2 domaines principaux définis comme suit :

- La maintenance préventive, elle même avec 2 composantes :
 - la maintenance systématique exécutée suivant des programmes définis, par le personnel local, le service technique de la direction régionale et la direction technique du siège
 - . nettoyage
 - . révision du matériel électromécanique
 - . contrôle de rendements et de débits
 - . recherches de fuites
 - . vidanges et manoeuvres d'appareils hydrauliques
 - etc.
 - la maintenance correctionnelle subordonnée à un événement anormal et révélateur de dégradation comme le dysfonctionnement de pompes d'eau ou de pompes doseuses de réactifs.
- La maintenance corrective, faite après défaillance. : Pour mieux assurer la maintenance, la SODECI suit différents indicateurs techniques comme :
 - le Wh/m³ produit,
 - le rapport entre les m³ d'eau distribués et les m³ d'eau produits (rendement technique),
 - le ratio des grammes de réactifs consommés par rapport au m³ d'eau produit.

Lors de la visite sur le site en avril 1992, les installations étaient en bon état de marche.

3.6.3. mode de ravitaillement en eau

Le ravitaillement en eau se fait uniquement par branchement privé :

- pour les besoins domestiques,
- pour les besoins industriels ou commerciaux
- pour les besoins dans les services de l'Etat ou de la municipalité.

Tableau 3.6 Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de Boundiali

Années	1982	1988	1989	1990	1991
Population estimée	14 700	19 800	20 500	21 700	22 800
Nbre total de branchem.	814	1 172	ND	1 257	1 548
Ha/branchement	18	16.9	ND	17.2	14.7

ND : non disponible

3.6.4. coûts et modalités d'acquisition du branchement en Côte d'Ivoire

Le branchement est réalisé à la demande du client. Il en existe 2 types.

- Le branchement social : Il est attribué uniquement pour usage domestique et lorsque le nombre d'appareils hydrauliques à l'intérieur de la propriété ne dépasse pas 5 (lavabo, évier, WC, etc). Il est subventionné à partir du fonds de développement et coûtait en 1992 au client 18 700 Fcfa répartis comme suit:

- 16 500 Fcfa comptant pour l'avance sur consommation
- 2 166 Fcfa pour l'établissement de la police d'abonnement.

Le diamètre du branchement social est de 15 mm et sa longueur de 12 m au maximum.

- Le branchement normal : Le prix minimum est de 110 900 Fcfa pour 15 mm de diamètre et une longueur de branchement ne dépassant pas 12 m. Le client doit payer la totalité des frais supplémentaires lorsque le diamètre et (ou) la longueur du branchement dépassent les maximum (fig 1.2).

3.6.5. évolution de la production - consommation - pertes d'eau à Boundiali

Tableau 3.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1982	1988	1990	1991
Population estimée	14 700	19 800	21 700	22 800
Product. en milliers de m3	213	231	243	225
Consom. en milliers de m3	191	205	206	198
Consom. spécifique globale en l/j.hab	35.6	28.4	25.9	23.8
Pertes d'eau en % de prod.	10.3	11.7	15.2	12
Pertes d'eau en % de consom.	11.5	12.7	17.9	13.6
Consom. administr.				
-en milliers de m3	39	48.2	ND	46.7
-en % du total	20.4	23.5	ND	23.6

ND : non disponible

3.6.6. charges proportionnelles en 1991

- Energie : la consommation a été en moyenne de 0.92 kwh/m3 d'eau produit correspondant à 27.8 Fcfa.

- Réactifs de traitement : la consommation correspondait en moyenne à 9.7 Fcfa pour un m3 d'eau produit.

- Maintenance : les dépenses de l'ensemble de la région SODECI de Korogho dont relève le Centre de Boundiali ont été estimées à environ 4 Fcfa en moyenne pour un m3 d'eau produit.

3.6.7. importance et charges du personnel

En 1991 il y avait au centre de Boundiali 4 agents permanents auxquels il faut ajouter un assistant d'exploitation considéré comme étant en activité pour le centre à 50 % de son temps.

En outre sur les 16 agents de la direction régionale en activité pour l'ensemble des centres de la région, on peut considérer qu'avec 7.6 % de la production régionale, le centre de Boundiali emploierait 2.7 équivalents de ces agents, portant à 7 le nombre d'équivalents agents en activité sur le terrain pour l'AEP de Boundiali, soit un ratio de 221 branchements par agent.

Le salaire du personnel du centre s'élevait à 4.86 millions de Fcfa en 1991, soit 21.6 Fcfa pour un m³ d'eau produit. Celui de l'ensemble de la région équivalait à 16.2 Fcfa pour un m³ d'eau produit, soit au total 37.8 Fcfa pour un m³ d'eau produit à Boundiali.

3.6.8. qualité du service assuré

Selon le chef du Centre, le service de l'eau n'est plus sujet à des interruptions depuis la réalisation du projet en 1979. Les pressions sont bonnes en tout point du réseau. Cependant, le réseau ne couvre plus la totalité du périmètre urbain car de nouveaux quartiers ont été construits depuis.

Le suivi quotidien de qualité de l'eau distribuée se limite au dosage du chlore résiduel sur des échantillons prélevés en sortie de station. Le registre laisse voir des valeurs allant de quelques traces à 2 mg/l de chlore résiduel.

Cependant, le chimiste (itinérant) de la direction régionale de Korogho effectue en moyenne une fois par mois des prélèvements d'échantillons pour des analyses plus poussées à Korogho ou à Abidjan, et procède à l'ajustement des doses de réactifs de traitement.

3.6.9. tarification de l'eau

La tarification est faite par péréquation nationale. La facturation est trimestrielle.

- Pour la consommation des privés (domestique, commercial et industriel), la facturation est faite suivant des tranches de volume (tab 3.8).

Tableau 3.8 Tarifs en vigueur en Côte d'Ivoire en 1992 (facturation trimestrielle)

Tranches de volume	Jusqu'à 30 m ³	de 31 à 90 m ³	de 91 à 300 m ³	à partir de 301 m ³
Nature du tarif	Social	Domestique	Normal	Industriel
Tarif en Fcfa/m ³	159	209	307	350

- Consommation dans les services de l'administration : tarif fixe de 269 Fcfa/m³.

3.6.10. paiement des factures d'eau

Le paiement des factures des usagers privés (domestique, industriel et commercial) est jugé assez bon à Boundiali. Les taux moyens de paiement suivants ont été observés 3 mois après la remise des factures (délais de paiement) :

- Année 1990, 85.3 %
- Année 1991, 88.4 %.

Les consommations dans les services de l'administration de l'Etat devraient être payées au niveau national. Mais en fin décembre 1991 l'Etat ivoirien devait plus de 2 milliards de Fcfa à la SODECI.

3.6.11. suspension et résiliation d'abonnements

Selon le règlement, l'eau est coupée à l'abonné dès que le retard de paiement dépasse 3 mois, c'est à dire à la réception d'une deuxième facture (facturation trimestrielle). Si ce retard dépasse 6 mois, c'est à dire à la réception d'une troisième facture, le contrat d'abonnement est résilié et le client mis en poursuite judiciaire si le montant dû dépasse l'avance sur consommation de 16 500 Fcfa (minimum) déposée à la souscription à l'abonnement.

Il semble qu'à Boundiali, plusieurs ménages consomment l'eau du système d'AEP essentiellement lorsque les puits tarissent (saison sèche). Ainsi, le recouvrement de la consommation des abonnés privés baisse considérablement à l'arrivée de la saison des pluies (mai à septembre) où le risque de suspension du branchement ne semble pas les inquiéter.

- Situation en fin 1990
 - nombre total de branchements (polices d'abonnement), 1 257
 - nombre de branchements en service, 882, soit un taux de branchements en situation de suspension ou de résiliation de 30 %.
- Situation en fin 1991
 - nombre total de branchements (polices d'abonnement), 1 548
 - nombre de branchements en service, 975, soit un taux de branchements en situation de suspension ou de résiliation de 37 %.

Nota : Aucun branchement d'un service de l'Etat ou de la municipalité ne figure parmi les suspendus ou résiliés.

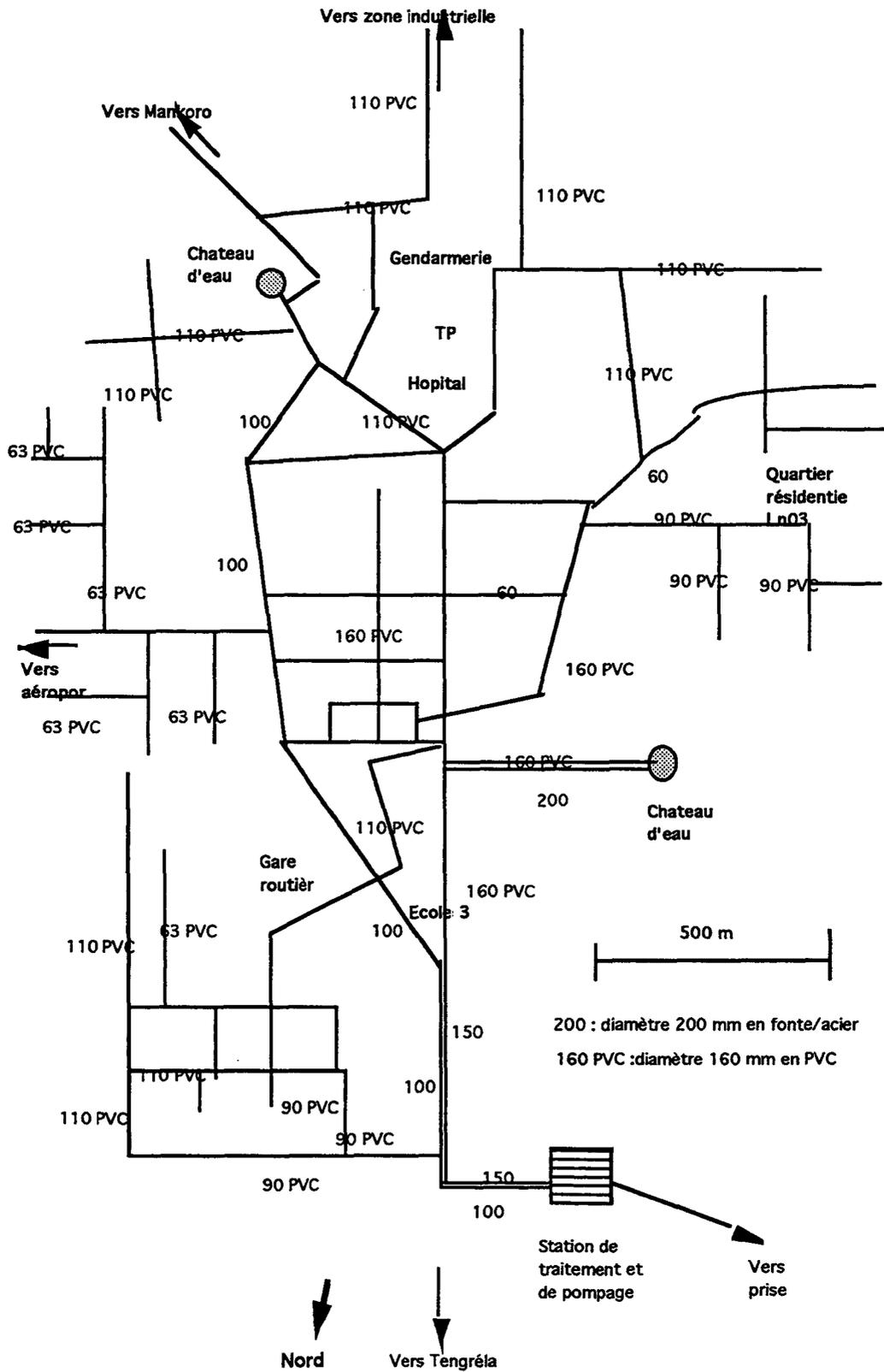
3.6.12. Gain d'un gérant de BF à Boundiali

Il n'y a pas de vente d'eau par BF à Boundiali.

Tableau 3.9 Gains de quelques gérants de BF
(Néant)

Figure 3.10 Schéma des installations d'AEP de Boundiali
(longueur du réseau de conduites : 70.7 km)

d'après le plan de canalisations n0 6414 SODECI établi le 28/05/75



CHAPITRE 4 KATIOLA (COTE D'IVOIRE)

4.1. Cadre institutionnel de l'AEP en Côte d'Ivoire

Le cadre institutionnel est celui décrit à la section 3.1 (voir Boundiali). Les principales institutions impliquées sont :

- la Direction de l'eau agissant pour le compte de l'Etat comme maître d'ouvrage et comme contrôleur de l'exploitation-gestion des installations d'AEP (patrimoine de l'Etat),
- la Direction et contrôle des grands travaux agissant pour le compte de l'Etat comme maître d'oeuvre lors des travaux
- la SODECI à qui est confiée l'exploitation-gestion par un contrat de concession avec l'Etat.

4.2. Données générales sur Katiola

4.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville de Katiola est située à 55 km au nord de Bouaké, soit environ 400 km d'Abidjan (voir annexe II).

Katiola est un chef-lieu de préfecture. Elle abrite un hôpital, une maternité, des écoles, ainsi que plusieurs autres services administratifs et de développement de l'Etat, et de la municipalité.

4.2.2. données économiques

Katiola est située en zone de savane humide.

- Le secteur primaire constitue l'essentiel des activités économiques
 - cultures vivrières : maïs, manioc, igname, riz
 - cultures industrielles : canne à sucre, coton.
- Le secteur secondaire est dominé par des activités artisanales comme la poterie.
- Le secteur tertiaire se limite aux activités des services de l'Etat et au commerce.

Les populations ont une autosuffisance alimentaire et dégagent quelques bénéfices de leurs productions agricoles.

4.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à Katiola

La ville de Katiola a été équipée en système d'AEP pour la première fois en 1976. Avant le projet qui fait l'objet de cette étude, le système comportait (en 1979) les ouvrages suivants :

- un captage et pompage à partir d'un barrage construit sur la rivière du Lonneni à 10 km au nord-est de la ville, avec une tour de prise et 2 pompes d'exhaure de 40 m³/h ;

- une station de traitement de 40 m³/h assurant un traitement complet avec préchloration, oxydation au KMnO₄, coagulation-floculation, puis décantation à boues (décanteur circulator), filtration rapide sur sable, désinfection à l'hypochlorite de calcium et neutralisation à la chaux. La station comporte également 2 pompes de refoulement d'eau traitée de 20 m³/h chacune ;
- un château d'eau en BA de 400 m³ sis au centre ville ;
- un réseau de conduites de 46 km en fonte et en PVC dont 4.2 km de refoulement. Il y avait 800 branchements privés (dont les branchements administratifs) et 7 bornes fontaines.

4.2.4. initiation du projet d'AEP

La fête de l'indépendance de la Côte d'Ivoire, alors tournante devait être célébrée en 1979 à Katiola.

L'objectif primordial du projet consistait donc à renforcer la capacité de production et de distribution des installations existantes pour satisfaire les besoins engendrés par cet événement.

Comme à Boundiali, c'est donc l'Etat par la Direction de l'eau et la SODECI qui ont initié le projet.

4.2.5. financement de l'étude

L'étude a été financée par l'Etat sur le fonds de développement (voir § 3.5.5).

4.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

L'étude a été confiée à un groupement "Ivoire et SODECI". Elle a été menée en 1979.

4.2.7. engagement et partenariat avec les populations

Il n'y a eu aucune forme de partenariat avec la population ni avec la municipalité de Katiola lors de l'étude.

4.3. Données de base du projet d'AEP de Katiola

4.3.1. échéances

Le projet a été étudié pour 2 phases de réalisation :

- première phase : réalisation en 1979 pour satisfaire les besoins immédiats et ceux liés à l'organisation de la fête de l'indépendance ;
- deuxième phase : réalisation en 1983 pour satisfaire les besoins de 1990 (échéance finale du projet), soit au total 11 ans.

4.3.2. population

L'estimation des populations futures a été faite sur la base

- des analyses statistiques du ministère du plan faites en 1970 dans le cadre des prévisions pour un plan quinquennal ;
- du recensement national de 1974 à l'issue duquel la population de Katiola était évaluée à 17 530 habitants.

Le taux d'accroissement démographique annuel retenu est de 5.5 %.

4.3.3. urbanisme

La ville de Katiola est bâtie sur un terrain à relief relativement marqué. La superficie urbanisée est de 1520 ha environ. Le taux d'occupation étant très faible en 1979, on a estimé dans le projet que l'accroissement de la population jusqu'à l'échéance finale (1990) se fera surtout par densification de cette superficie. L'habitat est assez regroupé dans les zones occupées. Il est d'un à deux niveaux. On y distingue 4 types de quartiers :

- un quartier administratif et commercial au centre de la ville, relativement en hauteur par rapport au reste où l'essentiel des bâtiments sont en parpaings ou en pierres ;
- des quartiers résidentiels de moyen standing dans la vieille ville (au centre) avec des constructions en parpaings pour la plupart, mais aussi des bâtiments en argile et toit de chaume ;
- des quartiers résidentiels de haut standing au sud de la ville ;
- des quartiers d'habitation non lotis à l'ouest, sans aucune forme de voirie, occupés par des émigrés venus des pays voisins. Les habitations sont en matériaux peu durable (cases rondes ou carrées en argile ou en bois avec des toits de chaume).

Tableau 4.1 Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Katiola

Années	1974	1979	1983	1990
Population estimée	175 00	22 900	28 400	41 300
Densité hab/ha	-	15	19	27

4.3.4. besoins en eau

Le projet est basé sur l'approvisionnement en eau par BP exclusivement.

- Les besoins domestiques ont été évalués à 17 l/j.hab pour la première phase et à 41.6 l/j.hab pour la deuxième phase.
- Les besoins dits annexes ont été évalués sur les bases suivantes :
 - écoles avec internat, 56 l/j.hab
 - écoles sans internat, 10 l/j.hab

- autres administrations, 13 % des besoins domestiques.

Les besoins globaux moyens journaliers de 1990 , échéance finale, ont ainsi été évalués à 2331 m³, soit un besoin spécifique global de 56.4 l/j.hab.

Tableau 4.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Katiola

Années	1974	1979	1990
Population estimée	17 500	22 900	41 300
Besoins globaux m ³ /j	-	530	2330
Besoins spécifiques globaux l/j.hab	-	23	56

4.3.5. sécurité dans la production et l'adduction (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Les ouvrages d'adduction ont été calculés avec les besoins de production du jour de pointe de l'année 1990. Les besoins journaliers moyens ont été majorés des coefficients multiplicateurs suivants :

- un coefficient de pertes de 1.15
- un coefficient de pointe journalière de 1.3

Les besoins de production du jour de pointe de 1990 sont évalués à 3565 m³.

4.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Le réseau de conduites de distribution a été calculé avec le débit à distribuer à l'heure de pointe de l'année 1990. Le coefficient de pointe horaire appliqué est de 1.8.

Ainsi, le débit de calcul du réseau de distribution se trouve égal à 2.7 fois le débit moyen horaire consommé à l'échéance du projet (1990).

4.3.7. ressources en eau

Le projet ne fait pas l'inventaire du potentiel en eaux souterraines, mais leur exploitation simultanée avec la retenue d'eau a été évoquée comme une variante pour augmenter à la première phase la capacité de production des installations existantes.

Cependant, c'est le renforcement des installations de captage et de traitement existantes que le bureau d'ingénieurs-conseils a retenu, suite à des calculs économiques comparés.

4.4. Résumé du projet d'AEP de Katiola

4.4.1. captage et pompage

Le seuil existant sur la rivière de la Lonreni doit être rehaussé et son évacuateur de crues réaménagé.

Il est prévu la réalisation d'une nouvelle tour de prise d'une capacité de 180 m³/h. Celle-ci sera équipée en première phase de 3 pompes de 75 m³/h chacune assurant l'exhaure sur la station de traitement. Ces pompes devront être remplacées en deuxième phase par des pompes de 90 m³/h.

4.4.2. station de traitement

L'unité de traitement existant traitait 40 m³/h. Celle-ci doit être renforcée

- en première phase par l'équipement d'un 2^{ème} filtre existant de 10.5 m² mais non achevé pour traiter également 40 m³/h ;
- en deuxième phase par la construction d'une nouvelle unité complète de traitement de 100 m³/h et le remplacement des pompes existantes.

4.4.3. réseau de distribution et autres équipements

Le château d'eau existant de 400 m³ sera maintenu avec modification de son équipement hydraulique pour assurer le service avec un nouveau château d'eau de même capacité à construire en première phase.

La conduite de refoulement d'eau en fonte de 150 mm de diamètre et de 4.2 km de long existante sera renforcée par une 2^{ème} en parallèle de 200 mm de diamètre.

Les 41.7 km de conduites de distribution seront renforcés et étendus à d'autres quartiers

- en première phase, avec la pose de 34.2 km de conduites PVC ;
- en deuxième phase, avec la pose de 34 km de conduites PVC.

La longueur totale sera portée à 110 km pour une population future estimée pour l'échéance à 41 300 habitants, soit un taux d'équipement de 2.6 m linéaire de conduite par habitant.

On prévoit la construction de bureaux, d'un logement, d'un magasin et d'un atelier au centre ville, ainsi que celui d'un logement pour le gardien de station sur le site.

4.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Le projet a été jugé nécessaire pour permettre certains travaux d'aménagement dans le cadre des cérémonies de la fête de l'indépendance, mais on ne note aucune forme d'intégration avec les autres activités menées dans le même but ni avec d'autres projets de développement.

4.4.5. estimation des coûts d'investissements

Les prix sont actualisés à leur valeur de 1979, année de l'étude.

Tableau 4.3 Devis estimatif du projet d'AEP de Katiola

Désignation de l'ouvrage	Phases	Total investissem. M.Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab.	Coûts de l'ouvrage en % du total
Captage et exhaure	1 et 2	60	1 440	8
Station de traitement	1 et 2	238	5 770	30
Nouveau château d'eau	1	64	1 550	8
Réseau de conduites	1 et 2	358	8 670	46
Bâtiments de service	1	65	1 570	8
Total		785	19 000	100

4.4.6. évaluation des charges d'exploitation

Cette étude n'a pas été disponible.

Tableau 4.4 Frais courants prévisionnels (tableau non réalisé à cause de manque de données)

4.5. Description du système d'AEP réalisé à Katiola

5.5.1. déroulement des travaux

A cause du caractère urgent du projet (fête nationale), les travaux de la première phase ont en partie été réalisés en 1979. D'autres réalisations ont eu lieu les années d'après.

Il n'y a eu aucune forme de participation de la population aux travaux.

4.5.2. captage et pompage

Le rehaussement du seuil de la retenue a été fait comme prévu. 2 forages ont été réalisés et équipés pour débiter respectivement 46 m³/h et 48 m³/h.

Les pompe d'exhaure de la retenue ont été remplacées en 1979 par 3 pompes de 50 m³/h chacune, puis en 1988 par 2 de 100 m³/h.

4.5.3. traitement de l'eau

En plus de l'unité complète de traitement de 40 m³/h existante, la deuxième unité de fonctionnement identique traitant 100 m³/h a été réalisée.

La désinfection de l'eau des forages est faite dans la bêche d'eau traitée des unités de traitement.

3 pompes de 70 m³/h assurent le refoulement de l'eau traitée.

4.5.4. réseau de distribution et équipements divers

Le deuxième château d'eau de 400 m³ a été réalisé comme prévu, en renforcement de l'existant.

Comme prévu,

- la conduite en fonte de 150 mm de diamètre a été renforcée d'une autre de 200 mm de diamètre ;
- les 68.2 km de conduites de distribution en PVC des 2 phases sont réalisés en renforcement et en extension du réseau ; en 1992 la longueur totale du réseau était de 110 km de conduites (fig 4.10);
- les bâtiments de service ont tous été réalisés (bureaux, magasin, atelier).

4.5.5. investissements réalisés

• Bailleurs de fonds et mode de financement : L'Etat a assuré le financement sur le fonds de développement.

• Montants : Les montants indiqués (tab 4.5) ne comprennent pas les coûts des forages et leur équipement, ni les frais d'études et de surveillance des travaux.

Tableau 4.5 Récapitulatif des investissements réalisés à Katiola

Désignation de l'ouvrage	Investissements M.Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coût en % du total
Captage et barrage seuil	41.8	940	7
Station traitement	111.0	2 510	17
Nouveau château d'eau	64.0	1 440	10
Réseau de conduites	358.0	8 080	56
Bâtiments de service	65.0	1 470	10
Totaux	639.8	14 440	100

4.6. Exploitation du système d'AEP de Katiola

4.6.1. acteurs impliqués

L'exploitation-gestion est assurée par la SODECI, sans aucune implication de la population ni de la municipalité de Katiola.

4.6.2. maintenance

Comme tous les systèmes d'AEP gérés par la SODECI, l'entretien des installations de Katiola se fait régulièrement.

Les installations d'adduction et de distribution étaient en bon état de marche lors de la visite sur le terrain en avril 1992.

Mais de graves problèmes d'exploitation sont posés au niveau du traitement à cause d'un niveau d'eutrophisation de la retenue trop élevé :

- consommation de réactifs de traitement élevée
- mauvais rendements de décantation.

4.6.3. mode de ravitaillement en eau

Le ravitaillement en eau se fait exclusivement par BP.

Tableau 4.6 Evolution du nombre de branchements à Katiola

Années	1979	1988	1990	1991	1992
Population estimée	22 900	37 100	41 300	43 600	46 000
Nombre de branchements	807	1766	1810	1879	1885
Habitants/branchement	28	21	23	23	24

4.6.4. coûts et modalité d'acquisition du branchement

Les conditions (valables en 1992), sont celles décrites au paragraphe 5.6.4 (Boundiali) notamment

- le paiement à l'avance des frais,
- l'attribution d'un branchement subventionné (ou branchement social) lorsqu'il s'agit d'un abonnement domestique, à 18 500 Fcfa et si l'abonné est à moins de 12 m de la conduite publique,
- le branchement au coût réel pour toutes les autres conditions, le coût minimum étant de 110 900 Fcfa (voir section 1.3 et fig 1.2).

4.6.5. évolution de la production-consommation-pertes d'eau à Katiola

Tableau 4.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1979	1988	1990	1991
Population estimée	22 900	37 100	41 300	43 600
Production en milliers de m3	257	376	408	389
Consommation en milliers de m3	230	346	379	350
Consom spécifique globale l/j.hab	27.7	25.5	25.1	22
Pertes . en % de la production	10	8	7.1	10
. en % de la consommation	11.7	8.7	7.7	11

- production journalière moyenne de 1991, 1065 m3 ;
- production journalière maximum de 1991 (avril), 1200 m3 ;
- coefficient de pointe journalière correspondant, 1.13.

En 1991, la consommation en eau de l'administration a été de 70 000 m3 environ, soit 20 % du total.

N.B. Il n' y a pas de compteur d'eau à la sortie des châteaux d'eau. Ce qui rend impossible la détermination de la variation horaire de la consommation.

4.6.6. charges proportionnelles en 1991

- Energie : la consommation moyenne a été de 0.90 kwh/m3 d'eau produit correspondant à 30.8 Fcfa.
- Réactifs de traitement : la consommation équivaut à 47.4 Fcfa /m3 d'eau produit en moyenne.
- Maintenance : les données disponibles ne font pas apparaître les charges en maintenance.

4.6.7. importance et charges du personnel

Il y avait 6 agents en activité au centre de Katiola.

Proportionnellement à la production, le nombre d'équivalents agents en activité pour Katiola à la direction régionale de Bouaké peut être estimé à 2.

Au total, 8 équivalents agents seraient alors en activité sur le terrain pour Katiola pour 1 885 branchements (polices d'abonnement), soit un ratio de 235 branchements par agent.

En 1991 le salaire du personnel du centre s'élevait à 15 millions de Fcfa pour une production de 389 000 m3, soit un ratio de 38.5 Fcfa le m3 d'eau produit.

Si on considère que les charges du personnel commun à tous les centres de la direction régionale de Bouaké sont proportionnelles à la production, soit 14 Fcfa le m3 d'eau produit, alors la charge totale en personnel (sans le siège) sera de 52.5 Fcfa le m3 d'eau produit à Katiola.

4.6.8. qualité du service assuré

Jusqu'en avril 1992, on ne notait aucune pénurie d'eau, ni de baisse de pression dans le réseau de distribution de Katiola. Celui-ci ne couvrait cependant que 7 quartiers sur 10.

Le chlore résiduel régulièrement mesuré à la sortie de la station se maintenait entre 0.1 g/m³ et 0.4 g/m³.

4.6.9. tarification de l'eau

Les tarifs d'eau en Côte d'Ivoire sont indiqués dans le tableau 3.8 (Boundiali).

Rappelons qu'en 1992, la tranche de volume considérée comme sociale (30 m³ par trimestre) est facturée pour les usagers privés à 159 Fcfa le m³ ; la tranche suivante (60 m³ par trimestre) est facturée à 209 Fcfa le m³ etc.

Tableau 4.8 Tarifs en vigueur en Côte d'Ivoire en 1992
(voir tab 3.8)

4.6.10. paiement des factures d'eau

Contrairement à la consommation dans les services de l'Etat qui n'est pas payée, le paiement des factures des usagers privés est jugé très bon à Katiola. Les taux moyens suivants ont été observés pour les usagers privés à l'expiration du délais de paiement.

- Année 1990, 93.7 %
- Année 1991, 95.2 %.

4.6.11. suspension et résiliation d'abonnements

Le branchement est en principe suspendu après 2 factures impayées, et le contrat d'abonnement résilié après 3 factures impayées ou à la demande du client.

En fin 1991 la situation de Katiola était la suivante :

- nombre de branchements (polices d'abonnement), 1879
- nombre de branchements en service, 1315, soit un taux de branchements en situation de suspension ou de résiliation de 30 %.

Nota : parmi les branchements résiliés ou suspendus, il n'y en avait pas d'un service de l'Etat ou de la municipalité.

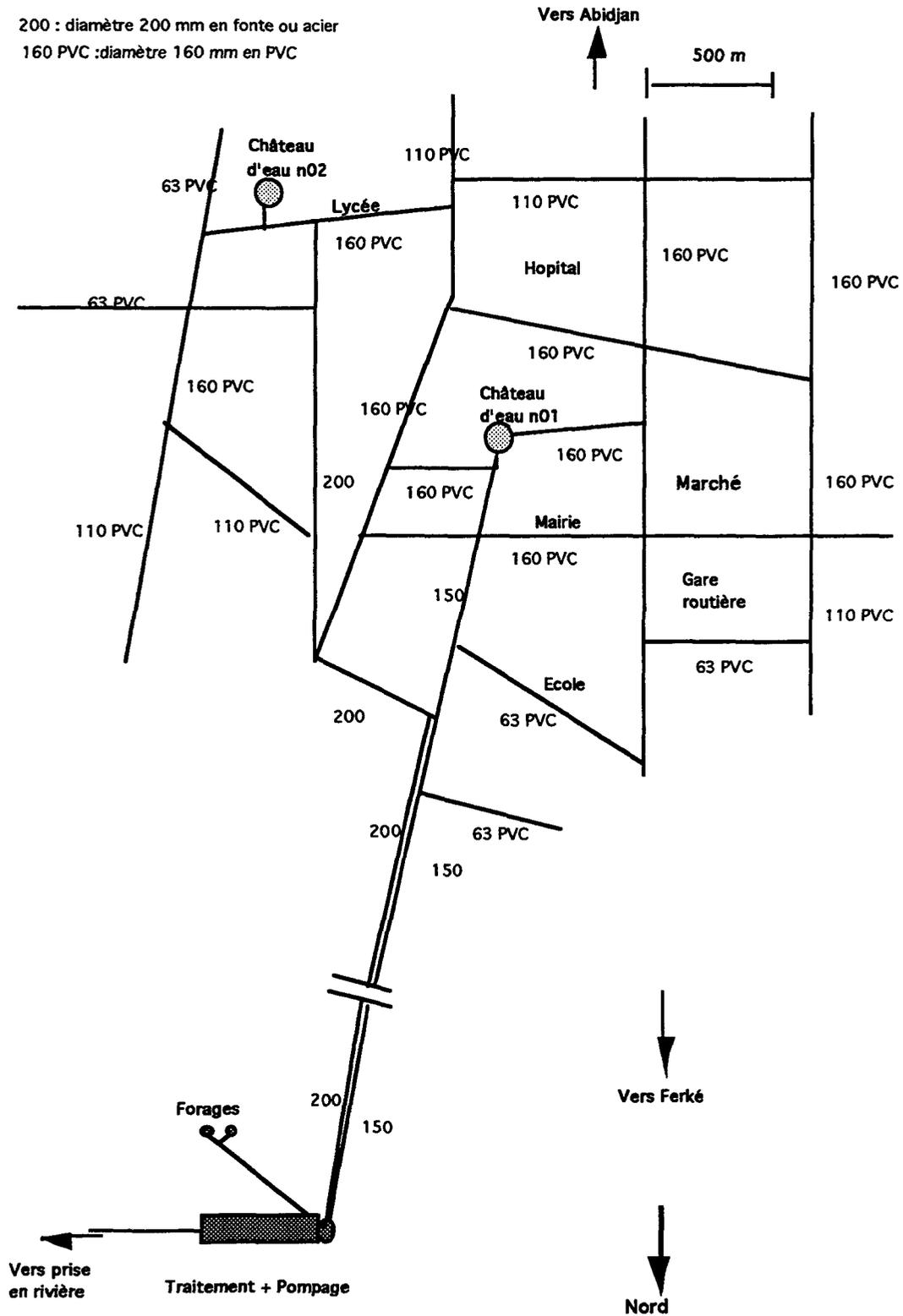
4.6.12. Gain d'un gérant de BF à Katiola

Il n'y a pas de vente d'eau par BF à Katiola.

Tableau 4.9 Gains de quelques gérants de BF
(Néant)

Figure 4.10 Schéma des installations d'AEP de Katiola
(longueur du réseau de conduites : 110 km)

Etabli à partir d'observations faites sur le terrain



CHAPITRE 5 ODJENNE (COTE D'IVOIRE)

5.1. Cadre institutionnel de l'AEP en Côte d'Ivoire

Le cadre institutionnel est celui décrit à la section 3.1 (voir Boundiali). Les principaux acteurs sont :

- la Direction de l'eau agissant pour le compte de l'Etat comme maître d'ouvrage et comme contrôleur de l'exploitation-gestion des installations d'AEP (patrimoine de l'Etat),
- la Direction et contrôle des grands travaux agissant pour le compte de l'Etat comme maître d'oeuvre lors des travaux
- la SODECI à qui est confiée l'exploitation-gestion par un contrat de concession avec l'Etat.

5.2. Données générales sur Odjenné

5.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville d'Odjenné est située à environ 810 km au nord-ouest d'Abidjan vers les frontières du Mali et de la Guinée (voir annexe II).

Odjenné est un chef-lieu de région, premier niveau dans le découpage administratif. On y rencontre la plupart des représentations régionales des services de l'administration de l'Etat, des écoles, des centres de santé (hôpital, maternité, dispensaires), ainsi que des services de la municipalité et divers services de développement.

5.2.2. données économiques

La région d'Odjenné, comme toutes les régions du nord ivoirien, de par leurs conditions climatiques relativement défavorables et leur éloignement de la capitale et de la mer, sont les moins développées. Le revenu des populations de ces régions a été estimé à moins de 1/3 de la moyenne nationale selon une étude socio-économique menée en 1975 dans le cadre du projet d'AEP. Ces revenus permettent tout de même d'assurer aux populations le minimum vital.

- Les activités économiques à Odjenné sont essentiellement du secteur primaire :
 - cultures vivrières : maïs, riz, mil, sorgho, ignames ;
 - cultures commerciales : coton, soja ;
 - l'élevage y est pratiqué en quantité infime.
- Le secteur secondaire n'existe que par quelques activités artisanales.
- Le secteur tertiaire se limite essentiellement aux activités des services de l'administration de l'Etat, des écoles, des services de santé, et au commerce.

5.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à Odjenné

La ville d'Odjenné a été équipée en système d'AEP depuis 1960. Celui-ci a été l'objet de plusieurs opérations de renforcement dans les années qui ont suivi.

Avant le projet qui fait l'objet de cette étude (1975), le système était composé de :

- une prise à partir d'un barrage de retenue sur la rivière du Logonasso à 11 km au nord-est de la ville ;
- une station de traitement de 60 m³/h avec coagulation-floculation en chicanes, décantation statique, filtration sur sable, injection d'hypochlorite de calcium en pré et post-chloration ;
- un château d'eau en BA de 500 m³ sis au centre ville ;
- un réseau de conduites de 38 km de long dont 0.61 km d'adduction d'eau brute et 9 km pour le refoulement de l'eau traitée ; ce réseau comportait 442 branchements.

5.2.4. initiation du projet d'AEP

Il s'agit d'un projet de renforcement des installations existantes et d'extension du réseau de conduites aux quartiers alors non desservis. Le projet a été initié par la SODECI et soumis à la DE pour approbation. L'étude ne fait cas d'aucune démarche impliquant la municipalité, l'administration locale de l'Etat ou les populations à ce stade du projet.

5.2.5. financement de l'étude

L'Etat a assuré le financement de l'étude sur le fonds de développement (voir § 3.5.5).

5.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

L'étude a été menée par la SODECI en 1975, en collaboration avec la Direction de l'eau.

5.2.7. engagement et partenariat avec les populations

Aucune forme d'engagement n'a été demandée à la population ni à la municipalité d'Odjenné dans le cadre du projet.

5.3. Données de base du projet d'AEP d'Odjenné

5.3.1. échéances

Le projet d'AEP a été conçu pour 2 phases de réalisation :

- première phase : réalisation en 1977 pour satisfaire les besoins de 1980, soit 3 ans,
- deuxième phase : réalisation en 1980 pour satisfaire les besoins de 1989 (échéance finale du projet), soit au total une durée de 12 ans.

5.3.2. population

L'estimation des populations futures a été faite sur les bases suivantes :

- d'analyses statistiques du ministère du plan faites en 1970 dans le cadre des travaux d'un plan quinquennal de développement ;
- des résultats du recensement national de 1974 à l'issue duquel la population d'Odjenné était évaluée à 13860 habitants, cette population est retenue comme base pour le calcul de celles des années futures ;
- d'enquêtes diverses menées par la SODECI.

L'étude a retenu un taux d'accroissement démographique annuel de 4 %.

5.3.3. urbanisme

La ville d'Odjenné est bâtie sur un terrain à relief très marqué. La superficie urbanisée est de 450 ha. L'habitat est assez regroupé avec des bâtiments à un niveau pour l'essentiel. On distingue 4 types de quartiers :

- un quartier administratif et commercial au centre de la ville avec des bâtiments en matériaux durables (parpaings, pierres) et des bâtiments en argile ;
- des quartiers résidentiels dits de moyen standing à l'est et au sud dont la majeure partie des bâtiments sont en parpaings ;
- des quartiers résidentiels dits traditionnels au centre, à l'ouest et au nord avec essentiellement des bâtiments en argile ;
- quelques zones d'habitat spontané en périphérie avec des cases rondes à toit de chaume, sans voirie nette.

Le tableau 5.1 donne l'état d'occupation du périmètre urbain tel qu'estimé dans le projet. La superficie de la zone urbaine est supposée constante et égale à 450 ha jusqu'à l'échéance du projet.

Tableau 5.1 Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain à Odjenné

Années	1975	1980	1989
Population estimée	13 800	16 600	25 500
Densité en hab/ha	31	37	57

5.3.4. besoins en eau

Comme indiqué dans le cas de Boundiali, la distribution de l'eau dans les systèmes d'AEP gérés par la SODECI se fait uniquement par BP.

- Les besoins domestiques sont évalués sur la base de 40 l/j.hab en première phase et 45 l/j.hab en deuxième phase.

• Les besoins dans les services publics ont été évalués comme ceux des populations, c'est à dire à partir de leur taille et des consommations spécifiques tirées de l'expérience (données d'exploitation des années antérieures).

Les besoins en eau globaux ainsi obtenus s'élèvent à 850 m³/j pour 1980, soit 51 l/j.hab et à 1670 m³/j pour 1989, soit 65 l/j.hab.

Tableau 5.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour l'AEP d'Oujda

Années	1980	1989
Population estimée	16 600	25 500
Besoins domestiques m ³ /j	664	1148
Besoins services publics m ³ /j	185	525
Besoins globaux m ³ /j	849	1673
Besoins spécifiques		
Besoins spécifiques globaux l/j.hab	51	66

5.3.5. sécurité dans la production et l'adduction d'eau (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Les ouvrages d'adduction ont été calculés avec les besoins de production escomptés pour le jour de pointe de l'année 1989. On a ainsi appliqué aux besoins journaliers moyens les coefficients suivants :

- un coefficient de pertes de **1.2** ;
- un coefficient de pointe journalière de **1.3** pour 1980 et **1.25** pour 1989.

Les besoins de production du jour de pointe correspondants sont :

- première phase (1980), 1350 m³/j ;
- deuxième phase (1989), 2610 m³/j.

5.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Le réseau est calculé avec le débit de l'heure de pointe prévu pour l'année 1989. Le coefficient de pointe horaire appliqué est de **1.9**.

Le débit de calcul du réseau est donc d'environ 3 fois le débit moyen horaire consommé à l'échéance du projet.

5.3.7. ressources en eau

Le projet ne fait pas cas du potentiel de ressources en eaux souterraines. C'est le renforcement des installations de captage et de traitement de la retenue d'eau qui a été retenu pour le projet.

5.4. Résumé du projet d'AEP d'Odjenné

5.4.1. captage et pompage

Le barrage de retenue sera étanchéifié et les 2 pompes d'exhaure de 60 m³/h remplacées par 2 de 120 m³/h. Il en sera de même pour l'équipement électrique.

5.4.2. traitement

- construction en 2^e phase d'une 2^eme unité complète de traitement de 60 m³/h identique à celle qui existe ;
- remplacement en 2^eme phase des 2 pompes de refoulement d'eau traitée existantes de 60 m³/h par 2 de 120 m³/h et reprise de l'équipement électrique.

5.4.3. réseau de distribution et équipement divers

Le château d'eau de 500 m³ existant sera maintenu pour assurer à lui seul le service.

Les 28.4 km de conduites de distribution existantes seront renforcés comme suit :

- en première phase par la pose de 15.3 km de conduites portant la longueur totale à 43.7 km et le taux d'équipement à 2.6 m linéaire de conduite par habitant de 1980 ;
- en deuxième phase par la pose de 2.3 km de conduites portant la longueur totale du réseau à 46 km, soit un taux d'équipement de 1.8 m linéaire de conduite par habitant de 1989 dont 0.7m/hab dans le cadre du projet.

Des bâtiments servant de bureaux et de magasins sont prévus en ville pour le centre d'Odjenné.

5.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Le projet n'a été intégré à aucun autre projet de développement socio-économique de la localité ou de la région.

5.4.5. estimation des coûts d'investissements

Tous les coûts sont actualisés à leur valeur de 1975. Ils ne comprennent pas les frais d'études et de surveillance.

Tableau 5.3 Devis estimatif du projet d'AEP d'Odjenné

Désignation de l'ouvrage	Phases projet	Total ouvrage M.Fcfa	Coût unitaire Fcfa/hab	Coût en % du total
Captage et barrage	1 et 2	32.3	1 266	18
Station de Traitement	1 et 2	69.0	2 706	37
Château d'eau	-	-	-	-
Réseau de distribution	1 et 2	40.3	1 582	33
Bâtiments de service	1	19.8	776	12
Totaux		161.4	6 330	100

5.4.6. évaluation des charges d'exploitation

Les coûts sont actualisés à l'année 1975. Les calculs sont faits pour la période allant de 1975 à 1989, soit 14 ans. La production escomptée sur cette période est de 4.9 millions de m³ d'eau.

- Frais courants : Ils sont présentés comme suit :
 - les frais fixes : personnel local, logistique, frais du siège de la société (administration centrale) ;
 - les frais proportionnels : énergie, réactifs de traitement, maintenance ;
 - autres frais.

Tableau 5.4 Récapitulatif des frais courants prévus pour l'AEP d'Odjenné

Désignation de la dépense	Montants M. Fcfa	Montants en % du total	Prix de revient Fcfa/m ³
- Frais fixes	134.6	34	27.5
- Frais proportionnels	208.7	52	42.6
- Autres frais	54.9	14	11.2
Totaux	398.2	100	81.3

- Amortissement des investissements
 - avec seulement les installations existantes, la valeur des amortissements est de 665.5 millions de Fcfa pour une production d'eau escomptée sans le projet de 2.9 millions de m³, soit un prix de revient du m³ d'eau de 227.1 Fcfa ;
 - avec les investissements de la première phase, le montant à amortir en plus est de 51.2 millions de Fcfa pour une production d'eau supplémentaire escomptée (due aux nouveaux investissements) de 2 millions de m³, soit un prix de revient marginal des investissements de

la première phase de 27.4.Fcfa/m³, le prix de revient moyen des amortissements avec l'existant et la première phase est donc de 149.3 Fcfa/m³ ;

- avec les investissements de la deuxième phase, la production d'eau supplémentaire escomptée est de 1.5 millions de m³ et le prix de revient marginal des investissements de la 2^{ème} phase de 46.1 Fcfa/m³, le prix de revient moyen total pour l'amortissement des installations existantes et en projet (toutes phases) est donc égal à 123.9 Fcfa.

Le prix de revient global à l'exploitation (charges d'exploitation et amortissements) calculé sur la période de 1975 à 2000 et actualisé à 1975 est alors de 206.2 Fcfa le m³ produit.

5.5. Description du système d'AEP réalisé à Odjenné

5.5.1. déroulement des travaux

Prévus pour 1977, les travaux n'ont été réalisés qu'en 1979. Il n'y a eu aucune forme de participation des populations ou de la municipalité à ces travaux.

5.5.2. captage et pompage

Les ouvrages et l'équipement existants sont maintenus. Aucune autre réalisation n'a été faite à la prise d'eau.

Le système de production a été renforcé d'un forage débitant 18 m³/h réalisé à l'entrée nord de la ville.

5.5.3. traitement de l'eau

L'unité de traitement de 60 m³/h réalisée en 1971 et son équipement ont été maintenus. Aucune extension ou renforcement n'y a été réalisé. L'eau du forage subit un traitement de désinfection à l'hypochlorite de calcium.

5.5.4. réseau de distribution et équipements divers

Comme prévu, le château d'eau de 500 m³ existant reste le seul en exploitation.

Le réseau de 28.4 km de conduites existantes a été étendu et renforcé de 15.3 km en conduites PVC comme prévu pour la première phase (fig 5.10).

Les travaux de la deuxième phase, prévus pour 1980 n'avaient pas encore été réalisés (12 ans après).

Le logement du chef de Centre, celui du responsable de la station et les bureaux ont été construits et équipés.

5.5.5. investissements réalisés

- Bailleurs de fonds et mode de financement : Le financement a été assuré par l'Etat sur le fonds de développement.

• **Montants** : Les prix sont actualisés à leurs valeurs de 1975. Ils ne comprennent pas les coûts de réalisation et d'équipement du forage, ni les frais d'études et de surveillance.

Tableau 5.5 Récapitulatif des investissements réalisés à Odjenné

Désignation de l'ouvrage	Résiduel de l'existant M. Fcfa	Investis. projet M. Fcfa	Total installat. M.Fcfa	Coûts unitaires installations Fcfa/hab	Coût de l'ouvrage % du total
Captage et barrage	97.0	2.0	99.0	3 882	15
Traitement	61.0	0.0	61.0	2 392	9
Château d'eau	48.5	0.0	48.5	1 902	8
Réseau de conduites	387.0	26.0	413.0	16 196	65
Bâtiments de service	0.0	17.0	17.0	667	3
Totaux	593.5	45.0	638.5	25 039	100

5.6. Exploitation du système d'AEP d'Odjenné

5.6.1. acteurs impliqués

L'exploitation-gestion est assurée par la SODECI, sans aucune implication de la population ni de la municipalité d'Odjenné.

5.6.2. maintenance

Comme tous les systèmes d'AEP gérés par la SODECI, l'entretien des installations d'Odjenné est bien assuré. Celles-ci étaient en bon état de marche lors de la visite sur le site en avril 1992.

5.6.3. mode de ravitaillement en eau

Le ravitaillement en eau se fait uniquement par BP.

Tableau 5.6 Evolution du nombre de branchements à Odjenné

Années	1982	1987	1988	1989	1990	1991
Population estimée	18 300	23 300	24 500	25 500	26 700	28 100
Nombre total de branchements	1068	1702	1917	2027	2121	2227
Hab./branchement	17.	14	13	13	13	13

5.6.4. coût et modalité d'acquisition du branchement

Les conditions sont celles décrites au paragraphe 5.6.4 (Boundiali) notamment:

- le paiement à l'avance des frais
- l'attribution d'un branchement subventionné (social) lorsqu'il s'agit d'un abonnement domestique, à 18 500 Fcfa et si l'abonné est à moins de 12 m de la conduite publique
- le branchement au coût réel pour toutes les autres conditions, le coût minimum étant de 110 900 Fcfa (voir section 1.3 et fig 1.2).

5.6.5. évolution de la production-consommation-pertes d'eau à Odjenné

Tableau 5.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1982	1987	1988	1989	1990	1991
Population estimée	18 300	23 300	24 500	25 500	26 700	28 100
Product.milliers de m3	369	385	426	456	448	458
Consom.milliers de m3	350	358	392	410	412	414
Consom. spécifique globale en l/j.hab	52.5	42.1	43.8	44.1	42.2	40.2
Pertes -en % prod.	5.0	7.0	8.0	10.0	8.0	10.0
-en % cons	5.4	7.5	8.7	11.2	8.7	10.9
Administ. milliers m3	ND	ND	148.8	ND	135.5	ND
Administr. en % du total	ND	ND	37.9	ND	32.9	ND

ND : non disponible

5.6.6. charges proportionnelles en 1991

- **Energie électrique** : La consommation moyenne a été de 0.63 kwh/m3 d'eau produit correspondant à 28 Fcfa.
- **Réactifs de traitement** : La consommation moyenne a été évaluée à 13.3 Fcfa le m3 produit.
- **Maintenance** : Les frais de maintenance pour l'ensemble de la région SODECI Korogho dont dépend Odjenné s'élevaient à 12 millions de Fcfa pour une production de 2.95 millions de m3, soit un ratio de 4 Fcfa le m3 d'eau.

5.6.7. importance et charges du personnel

En 1991 les charges du personnel local s'élevaient à 8.7 millions de Fcfa pour une production de 458000 m3, soit un ratio de 19 Fcfa le m3.

Le salaire du personnel de la direction régionale s'élevait à 13.7 millions de Fcfa correspondant à 4.6 Fcfa le m3 d'eau produit.

Il y avait 8 agents en activité au Centre d'Odjenné. Le personnel de la direction régionale de Korogho au service de l'ensemble des centres de la région était de 16 agents (service technique, administration, comptabilité). La production d'eau d'Odjenné représentant 15 % du total de la région, le nombre d'équivalents agents de la direction régionale en activité pour Odjenné serait proportionnellement de 2.

Pour le Centre d'Odjenné il y aurait donc 10 agents en activité sur le terrain, soit un ratio de 223 branchements par agent.

5.6.8. qualité du service assuré

Selon le chef de Centre, il y a souvent une baisse de pression, voire une pénurie totale d'eau dans certaines parties du réseau aux heures de pointe due à une insuffisance de la capacité de production. Le réseau ne couvre pas certains quartiers périphériques à l'est et au sud de la ville.

En effet, jusqu'en 1992, les travaux d'extension de la deuxième phase pour la station de traitement et le réseau de conduites, prévus pour 1989, n'avaient pas été réalisés.

La qualité bactériologique de l'eau distribuée n'est pas suivie. Seul le chlore résiduel est testé à la sortie de la station. Celui-ci varie entre des traces et 1 g/m³ selon les valeurs indiquées dans le registre de la station. Un chimiste itinérant de la direction régionale effectue une fois par mois des prélèvements d'échantillons pour analyses à Korogho ou à Abidjan.

5.6.9. tarification de l'eau

Les tarifs d'eau en Côte d'Ivoire sont indiqués dans le tableau 3.8 (Boundiali).

Rappelons qu'en 1992, la tranche de volume considérée comme sociale (30 m³ par trimestre) est facturée pour les usagers privés à 159 Fcfa le m³ ; la tranche suivante (60 m³ par trimestre) est facturée à 209 Fcfa le m³ etc.

Tableau 5.8 Tarifs en vigueur en Côte d'Ivoire en 1992
(voir tab 3.8)

5.6.10. paiement des factures d'eau à Odjenné

Contrairement à la consommation dans les services de l'Etat qui n'est pas payée, le paiement des factures des usagers privés est jugé très bon à Odjenné. Les valeurs moyennes suivantes sont observées pour les usagers privés à l'expiration du délais de paiement.

- Année 1990, 92.7% de recouvrement.
- Année 1991, 93.7% de recouvrement.

5.6.11. suspension et résiliation d'abonnements à Odjenné

Le branchement est en principe suspendu après 2 factures impayées, et le contrat d'abonnement résilié après 3 factures impayées ou à la demande du client.

- Situation en décembre 1 990
 - nombre de branchements, 2 121 ;
 - nombre de branchements en service, 1534, soit un taux de branchements en situation de suspension ou de résiliation de 27.6 %.
- Situation en décembre 1 991
 - nombre de branchements, 2 227 ;
 - nombre de branchements en service, 1 605, soit un taux de branchements en situation de résiliation ou de suspension de 27.9 %.

Nota : aucun branchement d'un service de l'administration de l'Etat ou de la municipalité ne figure parmi les suspendus.

5.6.12. Gain d'un gérant de BF à Odjenné

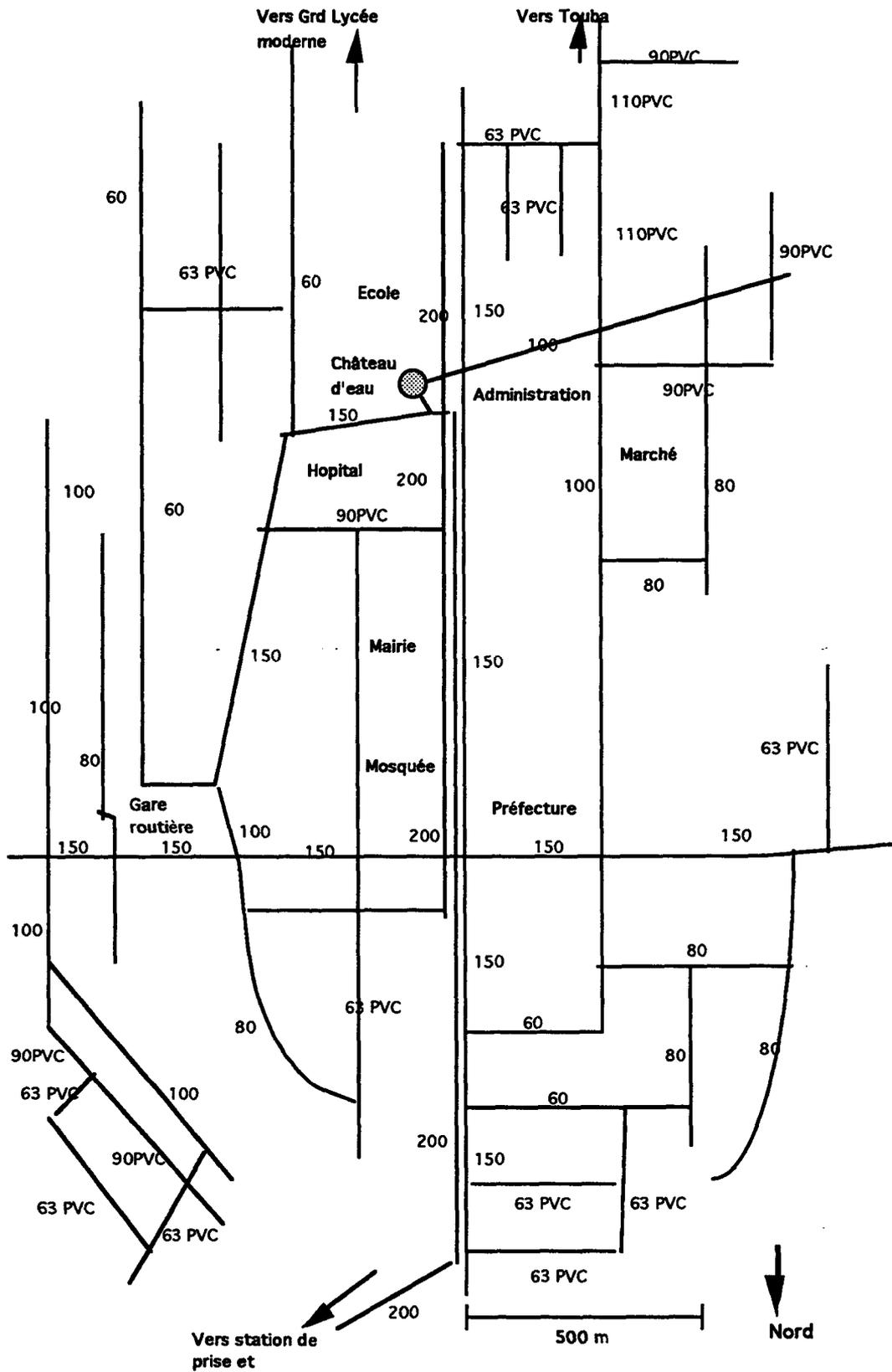
Il n'y a pas de vente d'eau par BF à Odjenné.

Tableau 5.9 Gains de quelques gérants de BF à Odjenné
(Néant)

Monographie du système d'AEP de 10 PCU

Figure 5.10 Schéma des installations d'AEP d'Odjenné (longueur du réseau de conduites : 43.7 km)

d'après le plan de canalisations n0 6522 SODECI établi le 24/06/83



CHAPITRE 6 BOUGOUNI (MALI)

6.1. Cadre institutionnel de l'AEP au Mali

6.1.1. la Direction nationale de l'hydraulique et de l'énergie (DNHE)

C'est le service de l'Etat chargé de la définition de la politique nationale du pays en matière d'AEP et en établit les priorités et les programmes. Elle est chargée d'établir les cahiers de charge, de rechercher le financement pour l'étude et la réalisation, et de s'assurer de la bonne exécution des projets tant en hydraulique urbaine et qu'en hydraulique rurale.

Les systèmes d'AEP considérés comme urbains c'est à dire ceux pour lesquels la distribution comporte des BP sont remis dès achèvement des travaux à la société Energie du Mali pour exploitation.

Ceux pour lesquels la distribution se fait uniquement par BF et ceux qui sont composés de simples puits ou forages avec pompe à main sont exploités par des comités locaux de gestion mis en place par les populations et l'administration locale de l'Etat avec l'appui technique de la DNHE.

6.1.2. la Société Energie du Mali (EDM)

C'est une société d'économie mixte dont l'Etat malien détient 97.2 % des parts et EDF (France) 2.8 %. Son capital social s'élève à 2.5 milliards de Fcfa.

Créée en 1961, EDM est chargée, par un contrat de concession avec l'Etat de l'exploitation et de la gestion des systèmes d'AEP urbains et des réseaux de distribution d'énergie électrique.

6.2. Données générales sur Bougouni

6.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville de Bougouni est située à 160 km au sud de la capitale Bamako, sur l'axe Bamako - Côte d'Ivoire (voir annexe III).

Bougouni est un chef-lieu de Cercle (2ème niveau administratif après la région). On y rencontre quelques services de l'administration de l'Etat et de la municipalité, ainsi que divers services de développement.

6.2.2. données économiques

Le Mali fait partie des PMA. Il est de surcroît en plein Sahel et sans débouché sur la mer. Le revenu moyen annuel par habitant était estimé à 270 dollars US, soit 67 500 Fcfa en 1989 selon le rapport 1990 du PNUD (5).

Cependant, la ville de Bougouni est située dans la partie la plus arrosée avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1 000 mm.

- Le secteur primaire constitue la principale activité économique de la population

- cultures vivrières : maïs, sorgho, igname, riz, légumes ;
 - cultures commerciales : coton, arachide, soja, dah ;
 - l'élevage qui se pratique à une faible échelle.
- Dans le secteur secondaire on note la présence d'une usine d'égrenage de coton.
 - Le secteur tertiaire se limite au petit commerce et aux activités des services de l'Etat et de celles de quelques écoles, des services de santé etc.

Dans les données officielles des statistiques agricoles au Mali, Bougouni est classée parmi les zones à autosuffisance alimentaire. Certaines populations y dégagent même quelques bénéfices de la culture du coton.

6.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à Bougouni

La ville de Bougouni avait été équipée en installations sommaires de production et de distribution d'eau brute depuis 1948.

En 1981, année de l'étude du projet qui fait l'objet de cette monographie le système d'AEP était hors d'usage. Il était composé des éléments suivants:

- une tour de prise et un pompage d'eau à partir du fleuve Baoulé, affluent du Niger à 2 km au sud de la ville ;
- une conduite en acier pour le refoulement de l'eau brute distribuée sans traitement ;
- un vieux château d'eau jugé trop bas pour faire face aux besoins de service, et sujet à d'énormes fuites d'eau ;
- un vieux réseau de conduites d'adduction et de distribution en acier avec quelques BP, couvrant seulement le quartier administratif et le centre ville.

La vétusté des installations engendrait des manques d'eau pendant plusieurs jours consécutifs dans le réseau de distribution.

Les populations s'alimentaient essentiellement aux puits traditionnels dont certains tarissaient 2 à 4 mois dans l'année, pendant la saison sèche, mais aussi à quelques forages équipés de pompes à main.

6.2.4. initiation du projet d'AEP

La détérioration du service d'AEP était vécue également dans d'autres villes qu'à Bougouni.

C'est pourquoi EDM a saisi la DNHE vers la fin des années 1970 de la nécessité de mener des actions de réhabilitation des systèmes d'AEP dans certaines villes du pays. 5 villes avaient été retenues en priorité et leurs cas traités sous le titre de "projet des 5 centres" (Kayes, Bougouni, Markala, San, Gao).

Ni les populations, ni les autorités municipales de ces 5 villes n'avaient été invitées à prendre part à ce projet.

Concernant Bougouni, seul le génie civil de la tour de prise sera intégré dans le nouveau système. Il s'agit donc tout simplement d'un nouveau projet d'AEP et non d'une extension ou d'un renforcement de système existant.

6.2.5. financement de l'étude

L'étude du projet des 5 centres a été entièrement financée par le FAD (Fonds africain de développement) sur un prêt remboursable accordé à l'Etat malien.

6.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

L'étude a été confiée au bureau d'études italien Technical ACC Progetti et la supervision des travaux au bureau allemand Gauff Ingénierie. Elle a été menée d'avril 1981 à novembre 1982.

6.2.7. engagement et partenariat avec les populations

Aucun engagement n'a été demandé aux populations, ni à la municipalité de Bougouni pour la réalisation du projet.

6.3. Données de base du projet d'AEP de Bougouni

6.3.1. échéances du projet

Le projet est prévu en 2 phases de réalisation

- première phase : réalisation en 1985-1986 pour satisfaire les besoins de 1995, soit 10 ans ;
- deuxième phase : réalisation en 1995 pour satisfaire les besoins de l'an 2005, échéance finale du projet, soit au total une durée de 20 ans.

6.3.2. populations

L'estimation des populations futures avait été faite sur la base des résultats du recensement national de 1976 à l'issue duquel la population de Bougouni s'élevait à 16 890 habitants et d'un taux d'accroissement démographique annuel de 4%. On a ainsi obtenu les populations suivantes :

- pour la première phase (1995), 35 600 habitants ;
- pour la deuxième phase (2005), 52 600 habitants.

Mais, comme le projet n'a pas été réalisé dans le temps prévu, un recensement national des populations réalisé en 1987 a permis de réviser les prévisions initiales.

En 1987 Bougouni comptait 22 400 habitants environ. Partant des résultats du recensement de 1976, le taux d'accroissement démographique correspondant sera de 3 % par an et les populations futures de 28300 habitants et 38 100 habitants respectivement pour 1995 et pour 2005.

Les besoins en eau initiaux ont tout de même étaient maintenus.

6.3.3. urbanisme

La ville de Bougouni est délimitée à son flanc ouest par une colline qui est mise à profit pour abriter la station de traitement et le château d'eau. Les bâtiments sont pour l'essentiel à un seul niveau. On distingue 2 zones topographiques :

- une zone relativement haute , au nord et au nord-ouest, proche de la colline ,
- une zone plus basse au sud et à l'est.

On y distingue également 2 types de quartiers :

- un quartier administratif à coté et sur la colline avec des bâtiments anciens en pierres et quelques nouveaux bâtiments en parpaings; ce quartier abrite les bureaux et quelques logements de fonctionnaires de l'Etat ;
- des quartiers résidentiels de bas standing formant le reste de la ville, avec essentiellement des bâtiments en argile, mais aussi quelques bâtiments en parpaings.

Tableau 6.1 Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Bougouni
(tableau non réalisé à cause de manques de données)

6.3.4. besoins en eau

Les besoins en eau ont été évalués à partir d'une valeur spécifique globale, c'est à dire incluant l'ensemble des besoins de consommation ramenés à l'unité de population.

Les besoins spécifiques globaux retenus dans ce projet sont de 38 l/j.hab et 51 l/j.hab respectivement pour 1995 et 2005. Le tableau 6.2 donne les besoins bruts et les besoins spécifiques globaux résultants de la correction des projections démographiques.

Tableau 6.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Bougouni

Années	1976	1987	1995	2005
Population estimée (initiale)	16 890	26 000	35 600	52 600
Besoins spécif. initiaux l/j.hab	-	-	38	51
Besoins globaux m3/j	-	-	1350	2680
Population corrigée: base 1987	16 180	22 400	28 300	38 100
Besoins spécif. nouveaux l/j/hab	-	-	48	70

6.3.5. sécurité dans la production et l'adduction d'eau (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Le mémoire explicatif et l'étude de factibilité n'ont pas été disponibles. Les documents qui ont été disponibles ne donnent pas de renseignements sur les coefficients de pertes et de pointe ni sur les débits de calcul des ouvrages.

6.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Les données n'ont pas été disponibles pour ce coefficient.

6.3.7. ressources en eau

Le projet ne fait pas cas du potentiel de ressources en eau souterraine. Cependant dans le cadre d'un projet de HELVETAS financé par la Coopération Suisse, basé à Bougouni, plusieurs forages dont certains peuvent débiter plus de 20 m³/h ont été réalisés dans la zone.

Dans le cadre de ce projet, le captage des eaux du fleuve Baoulé a été la seule variante étudiée.

6.4. Résumé du projet d'AEP de Bougouni

6.4.1. captage et pompage

Le génie civil de la tour de prise existante sera maintenu. Cette tour sera alimentée gravitairement par une conduite en ciment. L'équipement hydraulique et électromécanique existant sera remplacé.

En première phase 2 pompes d'eau brute de 112 m³/h chacune seront installées, puis remplacées en 2^{ème} phase par 2 autres de 224 m³/h.

6.4.2. traitement de l'eau

Le traitement prévu est complet, c'est à dire qu'il comporte toutes les phases classiques de traitement d'eau de surface :

- coagulation-floculation et décantation à boues (décanteur accelator) ;
- filtration rapide sur lit de sable ;
- désinfection à l'hypochlorite de sodium (eau de javel) ;
- correction de pH par addition de chaux.

• Première phase : Construction d'une unité complète de traitement de 112 m³/h avec l'équipement pour la préparation et l'injection des réactifs, la construction d'une bache de stockage d'eau traitée de 750 m³ et l'installation de 2 pompes d'eau traitée de 76 m³/h chacune.

• Deuxième phase : Construction d'un 2^{ème} décanteur à boues de 112 m³/h identique au premier. Les 2 filtres de 21 m² chacun construits en première phase suffiraient pour le traitement du débit de la deuxième phase. Un 2^{ème} réservoir de 750 m³ sera construit et les pompes de refoulement remplacées par 2 de 152 m³/h.

6.4.3. réseau de distribution et équipement divers

Un château d'eau en BA de 400 m³ sera construit en première phase sur le site de la station de traitement pour l'alimentation du réseau haut.

Le projet prévoit la pose de la totalité des conduites, soit 37.2 km de conduites PVC dont 2.6 km de conduites de refoulement d'eau brute dès la première phase. Le taux d'équipement sera de 1 m linéaire de conduites par habitant de 1995 et 0.7 m linéaire de conduite par habitant de 2005.

Le système de distribution comporte 2 réseaux :

- un réseau bas (à l'est et au sud de la ville) alimenté gravitairement depuis le réservoir enterré de 750 m³ de la station de traitement ;
- un réseau haut (à l'ouest et au nord de la ville) alimenté gravitairement depuis le château d'eau.

Les réalisations suivantes sont prévues dans le cadre du projet :

- environ 640 branchements privés domestiques et des branchements pour les services de l'administration de l'Etat,
- un logement pour le chef d'exploitation,
- un logement pour le gardien de la station de traitement,
- des vestiaires pour le personnel et les visiteurs.

6.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Le projet n'a été intégré à aucun autre programme de développement socio-économique local ou régional.

6.4.5. estimation des coûts d'investissements

Les coûts sont actualisés à leur valeur de 1982.

Tableau 6.3 Devis estimatif du projet d'AEP de Bougouni

Désignation de l'ouvrage	Investi par (phase) M. Fcfa	Total de l'ouvrage M. Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coût en % du total
Captage (sans barrage)	72.5 (1)			
	18.9 (2)	91.4	2 400	7
Station de traitement	367.6 (1)			
	161.3 (2)	528.9	13 880	42
Château d'eau de 400 m ³	69.4 (1)	69.4	1 820	6
Réseau et divers matériels	522.9 (1)	522.9	13 720	42
Bâtiments de service	33.3 (1)	33.3	880	3
Totaux	1 245.9	1 245.9	32 700	100

Les études ont coûté 700 000 UCF, soit 263 millions de Fcfa pour les 5 centres. Ceci correspond à environ 5 % des coûts d'investissement.

6.4.6. évaluation des charges d'exploitation

Cette étude n'a pas été disponible lors des enquêtes pour la présente thèse.

Tableau 6.4 Frais courants prévisionnels
(tableau non réalisé à cause de manque de données)

6.5. Description du système d'AEP réalisé à Bougouni

Les travaux ont démarré en 1986 mais ils avaient été interrompus à cause de la nécessité d'un financement complémentaire pour la construction d'un barrage seuil sur le fleuve. Ce complément a été obtenu sur une participation du Gouvernement du Mali de 21 %, un don de la Norvège de 20 % et le reste sur un complément de prêt du FAD.

Les travaux ont été achevés en 1990. Le système d'AEP réalisé correspond aux prévisions pour la première phase (voir § 6.4).

Les travaux et leur surveillance ont été financés dans le cadre d'une convention intervenue entre le Gouvernement du Mali et le FAD établie en 1984.

Les participations ont été dans les proportions suivantes :

- FAD, 90 % sur prêt remboursable à long terme
- Etat Malien, 10 % .

Tableau 6.5 Récapitulatif des investissements réalisés à Bougouni

Désignation de l'ouvrage	Investissem. M.Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coûts en % du total
Captage et pompage (sans barrage)	108.9	2 860	10
Station de traitement	368.7	9 680	35
Château d'eau	89.5	2 350	9
Réseau et matériel divers	444.6	11 660	43
Bâtiments de service	33.1	870	3
Totaux	1044.8	27 420	100

La surveillance des travaux a coûté 408 millions de Fcfa pour les 5 centres. Ce qui correspond à environ 9.5 % du montant des investissements.

6.6. Exploitation du système d'AEP de Bougouni

6.6.1. acteurs impliqués

Au Mali, l'exploitation et la gestion des systèmes d'AEP urbains et des réseaux de distribution d'énergie électrique relèvent exclusivement de EDM.

Selon la législation, la direction nationale de l'hygiène et de l'assainissement et le service d'hygiène local ont dans leurs prérogatives le contrôle de qualité de l'eau distribuée, mais qu'ils n'assument pas par manque de moyens humains et matériels.

6.6.2. maintenance

EDM n'a aucune politique définie en matière d'entretien préventif ou de renouvellement des installations.

Les opérations d'entretien sont surtout du genre réparatif (conduites cassées, pompes en panne, relais électriques défectueux, etc).

Cependant, lors de la visite sur le site en juillet 1991, les installations étaient en bon état de marche.

6.6.3. mode de ravitaillement en eau

En principe la distribution de l'eau se fait à Bougouni par BP et par BF.

15 BF ont été réalisées dans le cadre du projet en 1989. Mais à cause de la mauvaise gestion de celles-ci (l'eau était gratuite pour l'utilisateur) dont aucun service ni aucune personne ne se chargeait de l'entretien, elles étaient toutes hors d'usage et fermées à la date de juillet 1991.

Les populations n'ayant pas de BP se ravitaillent donc en eau aux puits traditionnels et aux forages réalisés dans le cadre du projet Helvétas.

Tableau 6.6 Evolution du nombre de branchements à Bougouni

Années	1980	1984	1986	1988	1990	1991
Population estimée	19 000	21 100	22 100	22 900	24 400	25 200
Nombre de BP	433	542	579	489	716	1106
Nombre de BF	0	0	0	0	15	0
Nbre total de branch.	433	542	579	489	731	1106
Hab/branchement	44	39	38	47	33	23

6.6.4. coût et modalité d'acquisition d'un branchement privé au Mali

Il n'existe pas de politique de branchement social (branchement subventionné) au Mali.

Cependant à Bougouni, plusieurs branchements privés ont été réalisés dans le cadre du projet à raison d'un coût forfaitaire de 40 000 Fcfa à payer selon les modalités suivantes : 20 000 Fcfa comme avance et 2000 Fcfa pendant 10 mois.

En dehors de ces facilités offertes dans le cadre du projet, le branchement est réalisé à la demande du client qui doit le payer entièrement à l'avance. En 1991, le prix minimum à payer pour un branchement était de 120000 Fcfa.

Lorsque la distance à la conduite publique dépasse 20 m le client doit payer en sus les frais de fourniture et de pose d'une conduite d'extension de réseau" de 63.2 mm de diamètre en PVC (voir fig 1.2).

6.6.5. évolution de la production-consommation et pertes d'eau à Bougouni

Tableau 6.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1980	1984	1986	1988	1991
Population estimée	19 000	21 100	22 100	22 900	25 200
Product. en milliers de m ³	130	158	125	150	242
Consom. en milliers de m ³	94	97	110	130	186
Consom.spécifique l/j.hab	13.6	12.5	13.6	15.5	20.2
Pertes en .% de product.	27.7	38.6	12	13.3	23.1
.% de consom.	38.3	62.9	13.6	15.4	30.1

• A titre indicatif, la répartition de la consommation du mois de juin 1991 par catégorie est la suivante :

- consommation totale, 13 040 m³ ;
- consommation des particuliers (usagers privés), 10 640 m³, soit 81.5% du total ;
- consommation dans les services de l'administration de l'Etat, les sociétés d'Etat, les centres de santé, les écoles etc, 1 900 m³, soit 14.4% du total ;
- consommation des agents de EDM (gratuite), 550 m³, soit 4.1 % du total.

6.6.6. charges proportionnelles en 1991

Il existe très peu de données d'exploitation dans le domaine de l'AEP à EDM. Les dépenses ne sont que très peu suivies.

A Bougouni ce suivi a commencé en 1991 pour l'énergie et les réactifs consommés. Au 2ème trimestre de 1991 les moyennes de consommation étaient les suivantes

- Energie : 0.34 kwh/m³ d'eau produite et 0.136 l de gazole/m³ d'eau produit (les pompes d'eau brute étant entraînées par un groupe électrogène).
- Réactifs de traitement : sulfate d'aluminium 43.3 g/m³ d'eau produit, chaux 13.3 g/m³ d'eau produit, hypochlorite de sodium 5.6 g/m³ d'eau produite.
- Maintenance : les dépenses en maintenance ne sont pas connues.

6.6.7. importance et charges du personnel

En 1991 il y avait 2 techniciens et 7 ouvriers affectés exclusivement à l'AEP de Bougouni.

En outre, 15 agents de l'Exploitation EDM de Bougouni travaillaient à des degrés divers à la distribution d'énergie électrique et à l'AEP. Sachant que le chiffre d'affaire de l'eau représente environ 18 % du total, on peut considérer une affectation proportionnelle de 3 équivalents agents de cet effectif à l'AEP. Le nombre total d'équivalents agents sur l'AEP serait alors de 12, soit un ratio de 92 branchements par agent.

Le salaire équivalent n'a pas été donné.

6.6.8. qualité du service assuré

Il n'y a pas de suivi de la qualité de l'eau dans le réseau. Mais le chlore résiduel est mesuré en sortie de station de traitement. Pour le premier semestre de 1991, les valeurs indiquées dans le registre vont de quelques traces à 1.2 g/m³ d'eau.

Après 2 années de fonctionnement, on ne notait pas encore de rupture du service de l'eau, ni même de baisse de pression dans le réseau.

Le réseau couvrait la totalité du périmètre urbain.

6.6.9. tarification de l'eau au Mali

La tarification est uniforme sur tous les systèmes d'AEP gérés par EDM. Les tarifs appliqués ne correspondent pas à une vérité des prix. Ils ne sont pas calculés à partir d'une péréquation nationale, mais imposés par l'Etat.

La facturation est mensuelle. Elle est faite pour les BP suivant 3 tranches (tab 6.8).

Tableau 6.8. Tarifs en vigueur au Mali en 1991 (facturation mensuelle)

Tranche de volume	jusqu'à 50 m ³	de 51 à 100 m ³	à partir de 101 m ³
Nature du tarif	Social	normal	Dissuasif
Tarif en Fcfa le m ³	80	120	160

Pour les BF, le tarif appliqué au gérant (dans les villes où il y a des gérants de BF) est fixe et égal à 80 Fcfa/m³.

6.6.10. paiement des factures d'eau à Bougouni

Pour les usagers privés, le paiement serait bon, mais aucune donnée relative à l'état des paiement n'était disponible.

Les factures des services de l'administration de l'Etat sont présentées de manière globale au trésor public pour paiement au niveau national. Mais il semblerait qu'aucun paiement n'ait été effectué, même de manière partielle, depuis plusieurs années. A ce niveau non plus aucun chiffre n'a pu être disponible lors des enquêtes.

6.6.11. suspension et résiliation de contrats d'abonnement à Bougouni

En principe le branchement est suspendu après 2 factures impayées. La résiliation intervient après 4 à 5 factures impayées (les 2 ou 3 dernières étant des factures pour les taxes d'entretien).

Mais dans la pratique certains abonnés évitent cette sanction en "traitant" directement avec l'agent releveur de la société.

En juin 1991, la situation était la suivante :

- nombre de branchements (polices d'abonnement), 1 106 ;
- nombre de branchements en service, 945, soit un taux de branchements en situation de suspension ou de résiliation de 14.5 %.

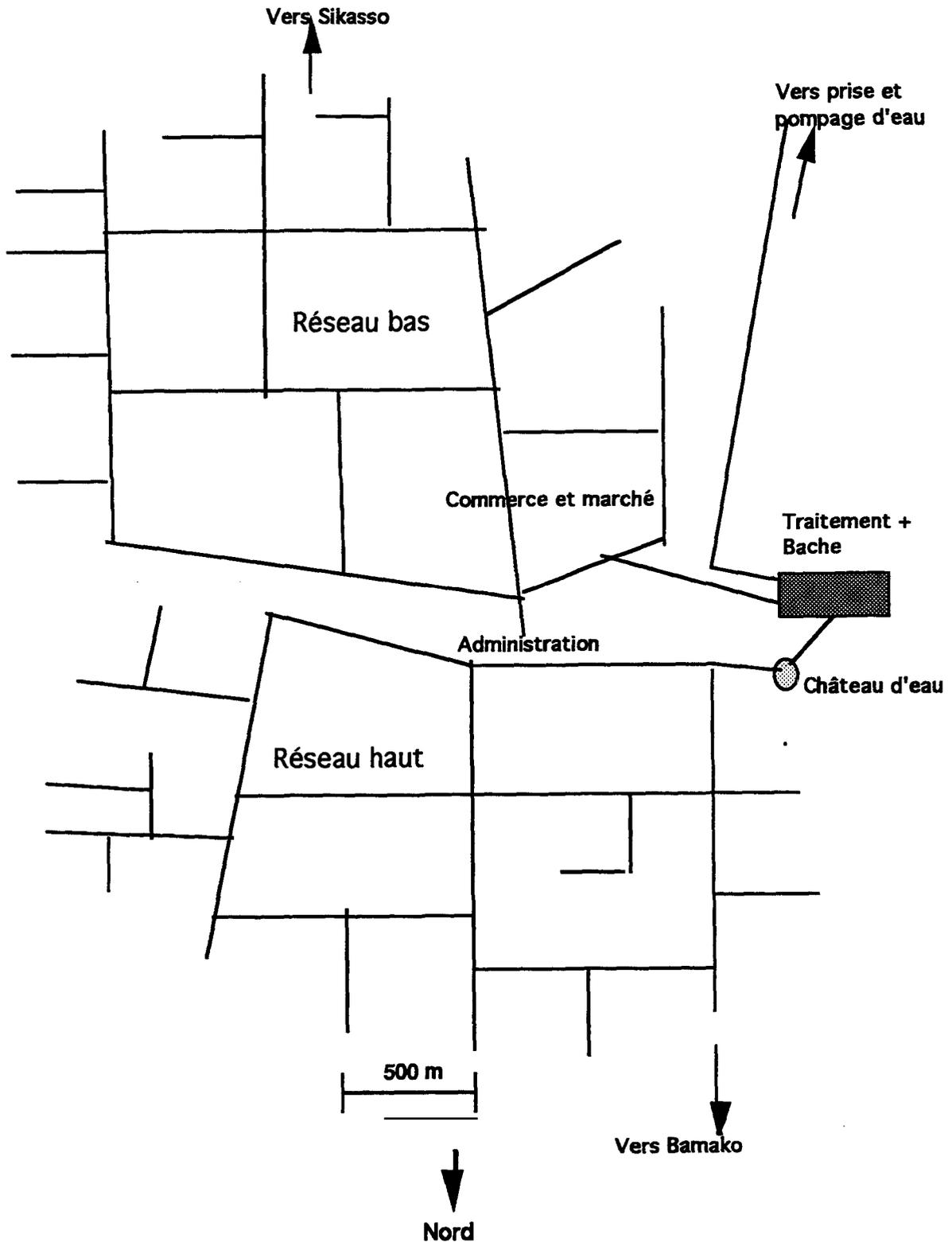
Nota : aucun branchement d'un service de l'administration de l'Etat ne figure parmi les résiliés ou les suspendus.

6.6.12. gain d'un gérant de BF à Bougouni

Les BF, quand elles fonctionnaient étaient à usage gratuit pour le consommateur.

Tableau 6.9 Gains de quelques gérants de BF
(néant)

Figure 6.10 Schéma des installations d'AEP de Bougouni
(longueur du réseau de conduites : 37.2 km)
Etabli à partir d'observations faites sur le terrain



CHAPITRE 7 DOSSO (NIGER)

7.1. Cadre institutionnel de l'AEP au Niger

7.1.1. la Direction de l'hydraulique

C'est l'organe de l'Etat chargé de la définition et de la mise en application de la politique nationale en matière d'AEP. A ce titre, elle chargée en collaboration avec la Société nationale des eaux (SNE) de l'établissement des priorités, la recherche de financement et le contrôle dans l'exécution des projets.

Elle assure également le contrôle de l'exploitation-gestion des systèmes d'AEP urbains confiées à la SNE.

Pour ce qui concerne l'AEP des centres ruraux, la Direction de l'hydraulique est chargée

- de l'exécution de puits et forages et de leur entretien ;
- de la réalisation de réseaux d'adduction et de distribution d'eau sommaires ;
- de la gestion des systèmes d'AEP des centres ruraux et des PCU non gérés par la SNE.

7.1.2. la Société nationale des eaux (SNE)

La SNE a été créée en septembre 1987 pour prendre en gestion les installations d'AEP jusqu'alors assurée par la NIGELEC . C'est une société d'Etat dotée d'autonomie financière et de gestion. Elle est chargée en collaboration avec la direction de l'hydraulique

- de la planification de l'AEP dans les centres urbains conformément à la politique générale du secteur définie par l'Etat ;
- de l'étude, la réalisation et l'exploitation des installations de production de transport, de distribution, l'achat et la vente de l'eau potable, pour tout usage ;
- de l'exploitation-gestion à la fois technique et financière des installations d'AEP.

Le capital social de la SNE est de 700 millions de Fcfa entièrement détenu par l'Etat nigérien.

7.2. Données générales sur Dosso et son projet d'AEP

7.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville de Dosso est à environ 140 km au sud-est de la capitale Niamey, sur l'axe routier menant à Maradi et à Zinder (voir annexe IV).

Dosso est un chef lieu de Département , premier niveau hiérarchique dans le découpage administratif au Niger. On y rencontre les représentations de plusieurs services de l'administration de l'Etat, ainsi que divers services de développement économique et social , des services communaux etc.

7.2.2. données économiques

Le Niger est un pays du Sahel et du Sahara. Il fait partie des PMA. Le revenu moyen par habitant était estimé pour 1989 à 290 dollars US, soit 72500 Fcfa selon le rapport du PNUD de 1990 (5).

Depuis la fin des années 1980 l'économie du Niger souffre beaucoup de la mévente de l'uranium, sa principale source de devises.

- Le secteur primaire constitue la principale activité économique des populations de Dosso. Il s'agit notamment :
 - de la culture du mil, sorgho et niébé,
 - de l'élevage des bovins et des ovins, assez développé dans le département de Dosso; le bétail sur pied et la viande sont exportés au Nigeria voisin en grandes quantités.
- L'artisanat constitue l'essentiel du secteur secondaire à Dosso.
- Le secteur tertiaire de Dosso n'existe que par les activités des services de l'Etat, les écoles, les centres de santé et le commerce.

Selon les responsables du ministère chargé de l'agriculture, la production agricole à Dosso suffit à peine pour assurer le minimum vital.

7.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à Dosso

La ville de Dosso a été équipée en installations sommaires d'AEP depuis 1956. Ces installations ont depuis, fait l'objet d'extensions et de renforcements.

En 1982, année de l'étude du projet qui fait l'objet de cette monographie, le système comprenait :

- 6 forages dont 3 en état d'exploitation fournissant ensemble 80 m³/h; mais malgré un fonctionnement de 24 h par jour ces forages n'arrivaient plus à satisfaire les besoins en eau ;
- un château d'eau de 500 m³ en BA dans le champ de forages au sud-est de la ville ;
- un réseau de conduites de distribution de 14 km de long en PVC comportant 736 BP et 20 BF; ce réseau ne couvrait que les quartiers centraux.

7.2.4. initiation du projet d'AEP

Pour faire face à la pénurie d'eau à Dosso, le Gouvernement nigérien, sur proposition de la direction et du ministère chargés de l'hydraulique, a décidé de mener des actions auprès des bailleurs de fonds pour le financement d'un projet de renforcement de la capacité de production, et d'extension du réseau de distribution.

Il n'y a pas eu d'implication des populations ou de la municipalité de Dosso dans le processus.

7.2.5. financement de l'étude

L'étude a été financée par la Banque mondiale suite à un accord établi avec le Gouvernement du Niger.

7.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

C'est dans le cadre d'une consultation restreinte que le bureau d'études néerlandais IWACO s'est vu confier en mars 1983 par la direction de l'hydraulique, l'étude du projet.

L'étude a été menée de 1983 à 1984 par l'antenne d'IWACO de Ouagadougou au Burkina Faso.

7.2.7. engagement et partenariat avec les populations

Aucun engagement ou participation n'a été demandé aux populations ni à la municipalité de Dosso pour le financement ou la participation aux travaux.

7.3. Données de base du projet d'AEP de Dosso

7.3.1. échéances

Le projet a été conçu pour 3 phases

- première phase : réalisation en 1984 pour l'horizon 1990 soit 6 ans ;
- deuxième phase : réalisation en 1991 pour l'horizon 1995 ;
- troisième phase : réalisation en 1995 pour l'horizon an 2000, échéance finale, soit au total 16 ans.

7.3.2. populations

Les projections démographiques ont été faites sur la base

- du recensement national des populations au Niger de 1977 à l'issue duquel la population de Dosso était estimée à 9 900 habitants ;
- d'un recensement effectué par la mairie en 1980 à l'issue duquel la population de la Commune de Dosso était estimée à 27 300 habitants dont 2 300 habitants pour des villages environnants.

En définitive les populations futures ont été calculées sur la base de 21 000 habitants en 1980 découlant d'estimations statistiques de base non précisées, et d'un taux d'accroissement démographique de 5 % par an, alors que le taux issu des recensements de 1960 et 1977 est d'environ 3 % par an.

7.3.3. urbanisme

La ville de Dosso est bâtie sur un terrain sans relief marqué. On distingue 4 groupes de quartiers :

- le quartier administratif et commercial sis au centre où les bâtiments sont à un niveau pour l'essentiel, certains sont construits en parpaings, d'autres en argile ;
- des quartiers résidentiels traditionnels à l'est et au sud-est avec des bâtiments essentiellement en argile, habités par des autochtones de Dosso dont l'activité économique se limite à l'agriculture de subsistance ;
- de nouveaux quartiers résidentiels au sud-ouest avec des bâtiments en parpaings pour la plupart; de densité faible, ces quartiers sont essentiellement habités par des fonctionnaires ;
- des quartiers non lotis (sans voirie régulière) en périphérie, occupés illégalement par des populations pauvres venues pour plusieurs d'entre elles d'autres localités.

Tableau 7.1 Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Dosso
(tableau non réalisé à cause de manque de données)

7.3.4. besoins en eau

• Les besoins domestiques : Pour évaluer les besoins domestiques, on a distingué les modes de desserte suivants :

- la desserte par BP avec installations sanitaires internes à eau courante, c'est à dire avec WC à chasse, douche, lavabo, évier etc; la proportion de la population concernée et les besoins spécifiques sont supposés variables:
 - . pour la première phase 25 % de la population sont concernés à raison de 70 l/j.hab
 - . pour la deuxième et la troisième phases 35 % de la population seront concernés à raison de 100 l/j.hab
- la desserte par "BP de cour", pour lesquels seul un robinet de puisage est installé, d'où l'eau est puisée dans des récipients pour tous usages ; la proportion de population concernée ainsi que leur consommation spécifique sont supposées constantes et égales respectivement, à 40 % et 40 l/j.hab pour toutes les phases ;
- la desserte à partir des bornes fontaines, pour laquelle les besoins spécifiques supposés constants sont évalués à 20 l/j.hab pour une proportion de population supposée constante et estimée à 20 % du total.

On constate dans ces estimations qu'à l'échéance du projet, il est supposé que 5 % de la population utiliseront d'autres ressources d'eau que le système d'AEP. Cette proportion est estimée à 15 % pour la fin de la première phase.

L'estimation des proportions de population dans chaque catégorie, comme celle des besoins en eau ne fait référence à aucune enquête ni expérience d'autres localités.

- Les besoins des services de l'administration et assimilés ont été estimés par forfait à 30 % des besoins domestiques.
- Les besoins des industries sont estimés à 25 % des besoins domestiques.
- Les besoins pour l'abreuvement du bétail ont été aussi estimés par forfait (tab 7.2).

Tableau 7.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Dosso

Années	1990	1995	2000
Population estimée	34 500	44 500	57 100
Besoins spécif. domestiques moyens en l/j.hab	37.5	45.5	55
Besoins domest. m3/j	1 293	2 024	3 140
Besoins administr. m3/j	388	607	942
Besoins industr. m3/j	323	506	785
Besoins bétail en m3/j	174	275	695
Besoins globaux en m3/j	2 178	3 412	5 562
Besoins spécifique. globaux l/j.hab	63	77	97

7.3.5. sécurité dans la production et l'adduction d'eau (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Pour calculer les besoins de production, on a majoré les besoins journaliers moyens des coefficients multiplicateurs suivants :

- un coefficient de pertes de **1.25** ;
- un coefficient de pointe journalière de **1.25**.

Ainsi les besoins de production suivants ont été obtenus pour les jours de pointe :

- fin 1990 (première phase), 3400 m3/j ;
- fin 1995 (deuxième phase), 5330 m3/j ;
- fin 2000 (échéance finale), 8690 m3/j.

7.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Le réseau a été calculé avec le débit de l'heure de pointe prévu pour l'échéance finale. Un coefficient de pointe horaire de **1.9** a été appliqué au débit de production horaire moyen du jour de pointe de l'an 2000.

Le débit de calcul du réseau est ainsi égal à 3 fois le débit moyen horaire consommé à l'échéance finale.

7.3.7. ressources en eau

La ville de Dosso est loin de tout cours d'eau ou lac. L'exploitation des ressources d'eau souterraines a donc été retenue comme unique alternative pour l'AEP de la ville.

7.4. Résumé du projet d'AEP de Dosso

7.4.1. captage et pompage

3 zones de captage de la nappe d'eau sont prévues :

- zone de captage n°1 : c'est la zone de captage existante; en plus des 3 forages en exploitation, 2 nouveaux forages sont à réaliser et à équiper en première phase ;
- zone de captage n°2 : située au sud de la ville à environ 900 m de la première zone, 2 forages y sont prévus en première phase, renforcés de 7 autres en deuxième phase ;
- zone de captage n°3 : située à environ 4 km au sud de la ville, où seront réalisés d'autres forages en troisième phase.

Ainsi il est prévu au total un minimum de 14 forages pour couvrir les besoins jusqu'à l'an 1995.

7.4.2. traitement de l'eau

A cause de l'agressivité élevée de l'eau, le traitement suivant a été prévu :

- un dégazage par aération ;
- une désinfection à l'hypochlorite de calcium ;
- une neutralisation à la chaux.

7.4.3. réseau de distribution et équipement divers

Le château d'eau existant de 500 m³ sera maintenu pour assurer le service, bien que son volume ne représente que 9.4 % des besoins prévus pour le jour de pointe de l'an 1995 et 5.8 % de ceux de l'an 2000.

Le réseau existant est long de 14 km. Il sera renforcé et étendu aux quartiers non desservis

- en première phase, par la pose de 9.7 km de conduites qui portera la longueur totale à 23.7 km soit un taux d'équipement de 0.7 m linéaire de conduites par habitant de 1990 ;
- en deuxième phase, par la pose de 9.2 km de conduite, portant la longueur totale à 32.9 km , soit un taux d'équipement de 0.7 m linéaire par habitant de l'an 1995 et 0.6 m par habitant de l'an 2000.

Un bâtiment d'exploitation a été prévu en première phase. Celui-ci devrait comporter un bureau pour le chef de station et des annexes pour le matériel.

7.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Il n'est prévu aucune intégration du projet à un programme de développement local ou régional.

7.4.5. estimation des coûts d'investissements

Les coûts sont actualisés à l'année 1982. Ils ne comprennent ni les frais d'étude, ni ceux de la surveillance.

Tableau 7.3 Devis estimatif du projet d'AEP de Dosso

Désignation de l'ouvrage	Phases	Investis. par phase M. Fcfa	Total ouvrage M. Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coût de l'ouvrage en % total
Captage	1	185.1	519.6	9 100	54
	2	334.5			
Traitement	1	90.2	97.9	1 710	10
	2	7.7			
Château d'eau	2	52.5	52.5	920	6
Réseau de distrib. et divers	1	136.0	288.4	5 050	30
	2	152.4			
Totaux		958.4	958.4	16 780	100

La valeur résiduelle des installations existantes a été évaluée à 84.4 millions de Fcfa en 1982.

7.4.6. évaluation des charges d'exploitation

Les documents y relatifs n'ont pas été disponibles.

Tableau 7.4. Récapitulatif des frais courants prévus pour Dosso
(tableau non réalisé à cause de manques de données)

7.5. Description du système d'AEP réalisé à Dosso

7.5.1. déroulement des travaux

Les travaux de la première phase ont démarré en 1986 pour s'achever en 1988. Ceux des autres phases n'ont pas encore été financés.

Il n'y a eu aucune forme de participation de la population ou de la municipalité aux travaux.

7.5.2. captage et pompage

En plus des 3 forages existants, on a réalisé et équipé 3 nouveaux forages à la zone de captage n°1 et 2 autres à la zone de captage n°2.

7.5.3. traitement de l'eau

La station de traitement a été réalisée comme prévu à la zone de captage n°1. Elle comporte une aération, une désinfection à l'hypochlorite de calcium et une neutralisation à la chaux.

7.5.4. réseau de distribution et équipement divers

Le château d'eau de 500 m³ existant est maintenu pour assurer à lui seul le service.

Une conduite de 0.9 km a été posée pour le transport de l'eau de la zone n°2 à la station de traitement. La pose de 9.7 km de conduites de distribution a permis de renforcer le réseau existant et de l'étendre à des quartiers non encore desservis, portant la longueur totale à 24.6 km.

Le bâtiment d'exploitation prévu a été réalisé.

7.5.5. investissements réalisés

- Bailleurs de fonds et mode de financement : Le projet a été entièrement financé par la Banque mondiale sur un prêt accordé à l'État nigérien.
- Montants : Jusqu'en juin 1992, aucun rapport n'avait été dressé sur le bilan financier du projet. Les coûts estimés (tab7.3) sont donc retenus pour les calculs dans la thèse.

Tableau 7.5. Récapitulatif des investissements réalisés à Dosso
(tableau non réalisé à cause de manques de données)

7.6. Exploitation du système d'AEP de Dosso

7.6.1. acteurs impliqués

L'exploitation du système d'AEP des centres urbains est assurée exclusivement par la SNE. Le service local de la SNE est désigné par "l'Exploitation de Dosso".

Jusqu'en 1991 la mairie avait en charge la gestion des BF qu'elle confiait à des fontainiers salariés. Cette gestion n'ayant pu être rigoureuse, elle a été cédée à des privés. Ces derniers souscrivent à un contrat d'abonnement auprès de la SNE et revendent l'eau aux particuliers. Le prix de vente de l'eau à la BF reste tout de même sous le contrôle de la mairie.

7.6.2. maintenance

Selon les renseignements reçus sur place, jusqu'alors seules des opérations d'entretien curatif sont menées sur les installations (appareils électromécaniques en panne, conduites cassées etc). Il n'existe pas de programme de maintenance préventive à la SNE.

En juin 1992 l'état des installations était peu satisfaisant :

- les pompes doseuses de réactifs étaient en panne, depuis 3 ans selon le chef de la station (soit après une année de fonctionnement); ainsi, l'injection des réactifs se faisait à partir d'un bac par ajutage ;
- la cloche d'aération était rouillée ;
- des conduites et des vannes du circuit d'injection des réactifs étaient hors d'usage.

7.6.3. mode de ravitaillement en eau

Le ravitaillement en eau se fait suivant 2 modes :

- Par branchement privé
- Par borne fontaine : l'eau à la BF est payante. Leurs gérants sont généralement des femmes ou des retraités.

Tableau 7.6 Evolution du nombre de branchements à Dosso

Années	1982	1984	1986	1990	1991
Population estimée	22 800	25 200	27 800	34 500	36 200
Nbre total de BP	736	911	1146	1557	1 690
Nombre de BF	20	20	37	37	37
Nombre total de branch.	756	931	1 183	1 594	1 727
Habitants/ branchement	30	27	23	22	21

7.6.4. coût et modalité d'acquisition du branchement au Niger

Il n'y a pas de politique d'attribution de branchement social (branchement subventionné) au Niger.

Le branchement (souscription à l'abonnement) est obtenu à la demande du client. Il est facturé à plein tarif et payé entièrement à l'avance.

Pour un branchement effectué au diamètre minimum de 21/25 mm en PVC et une longueur ne dépassant 6 m, le client paye 65 000 Fcfa (valable en 1992).

Une longueur de branchement supérieure engendre des coûts supplémentaires proportionnels (voir section 1.3 et fig 1.2).

7.6.5. production-consommation-perdes d'eau dans le système d'AEP de Dosso

Tableau 7.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1982	1984	1986	1990	1991
Population estimée	22 800	25 200	27 800	34 500	36 200
Product. en milliers de m ³	551.6	598	632.5	917.9	871.6
Consom. en milliers de m ³	356.9	421.1	562.4	684.2	656.3
Consom. spécif. l/j.hab.	43	46	55	54	50
Pertes en % de product.	35.3	29.6	11	25.4	24.7
Pertes en % de consom.	54.1	42.6	12.4	34.1	32.8
Aministr. milliers de m ³	70.7	133.6	143.6	126.7	276.6
Part de l'adm en % du total	12.8	31.7	25.5	18.5	42.1

- Variation de la production d'eau à Dosso durant l'année 1991 :

- production moyenne journalière de l'année, 2390 m³ ;
- production maximum journalière (au mois d'avril), 2870 m³, soit un coefficient de pointe journalière correspondant de 1.2.

Il n'y avait pas de compteur d'eau à la sortie du château d'eau pour permettre d'étudier la variation horaire de la consommation dans le réseau.

7.6.6. charges proportionnelles en 1990

- Energie : la consommation moyenne en énergie électrique a été de 0.47 kwh/m³ d'eau produite et a coûté 36 Fcfa, soit 33.7 % des charges courantes d'exploitation.
- Réactifs de traitement : les dépenses ont été de 0.15 Fcfa le m³ d'eau produite, soit 0.14 % des charges courantes.
- Maintenance : la distinction des dépenses en maintenance n'est pas faite par rapport aux autres charges.

7.6.7. importance et charges du personnel

En 1990 il y avait 18 agents en activité à l'Exploitation de Dosso pour 1594 branchements, soit un ratio de 88 branchements par agent.

La charge salariale a été de 33.8 Fcfa le m³ d'eau produite représentant 31.8 % des dépenses courantes d'exploitation.

7.6.8. qualité du service assuré

Il n'y a pas de suivi de qualité de l'eau du réseau de Dosso. Seul le chlore résiduel est mesuré en sortie de station. Les valeurs indiquées dans le registre vont de quelques traces à 1.5 g/m³.

Seulement un 1/3 du périmètre urbain est couvert par le réseau de conduites de distribution.

Selon le chef de l'exploitation, on observe des baisses de pression pendant les heures de pointe pouvant aller jusqu'à des pénuries totales dans certains quartiers, notamment ceux du côté ouest de la ville.

7.6.9. tarification de l'eau au Niger

La tarification est uniforme pour tout le pays. Les tarifs ne sont pas fixés à partir d'une péréquation nationale équilibrant les dépenses, mais imposés par l'Etat.

La facturation est mensuelle. Elle diffère selon l'usage.

- Pour l'usage domestique par BP, le tarif varie selon des tranches de volume consommé (tab 7.8).

Tableau 7.8 Tarifs en vigueur au Niger en 1992 (facturation mensuelle)

Tranche de volume	jusqu'à 15 m3	de 16 à 50 m3	à partir de 51 m3
Nature du tarif	Social	Plein	Dissuasif
Tarif en Fcfa le m3	105	120	160

- Pour l'usage des BF : l'eau est facturée au gérant à un tarif fixe de 85 Fcfa le m3. Celui-ci revend l'eau à 5 Fcfa le seau de 20 l, soit 250 Fcfa le m3.
- Pour les services de l'administration : tarif fixe de 135 Fcfa le m3.
- Pour les industries : tarif fixe de 160 Fcfa le m3.

7.6.10. paiement des factures d'eau

Les situations suivantes ont été observées en fin d'année.

- Année 1990 :
 - pour les usagers privés (65.5 % du total), le taux de paiement a été de 85.3 % ;
 - pour la consommation dans les services de l'administration (34.5 %) du total, le paiement se fait pour l'essentiel au niveau national; des comptes d'exploitation de la SNE, il ressort que le taux de paiement était de 43.4 %.
- Année 1991 :
 - pour les usagers privés (73.6 % du total), le taux de paiement a été de 94.2 % ;
 - pour la consommation dans les services de l'administration (26.4 %), le taux de paiement au niveau national a été de 41.1 %.

Nota : Le taux de paiement de la consommation de l'administration de l'Etat était nul pour 1992 à la fin de l'année.

Du début de la gérance de la SNE en 1988 à la fin décembre 1991, le taux de paiement cumulé de la consommation de l'Etat a été estimé à 37.3 %. L'Etat devait à la SNE environ 2 milliards de Fcfa alors que son capital social est de 700 millions de Fcfa.

7.6.11. suspension et résiliation d'abonnements

Le règlement prévoit la suspension du service de l'eau à l'abonné dès qu'il est en retard de paiement de 2 mois. Si le règlement des factures n'intervenait pas avant la fin du 3^e mois, le contrat d'abonnement est résilié, le compteur déposé et le client poursuivi. En cas de nécessité, le client devra souscrire et payer pour un nouvel abonnement pour avoir l'eau.

• Situation en fin 1990 :

- nombre total de branchements (dont les BF), 1594 ;
- nombre de polices d'abonnement en service, 1158, soit un taux de branchements en situation de résiliation ou de suspension de 26.7 %.

• Situation en fin 1991 :

- nombre total de branchements (dont les BF), 1727 ;
- nombre de polices d'abonnement en service, 1244, soit un taux de branchements en situation de résiliation ou de suspension de 28 %.

Nota: Aucun branchement d'un service de l'administration de l'Etat ou de la municipalité ne figure parmi les suspendus ou résiliés.

7.6.12. gain d'un gérant de BF à Dosso

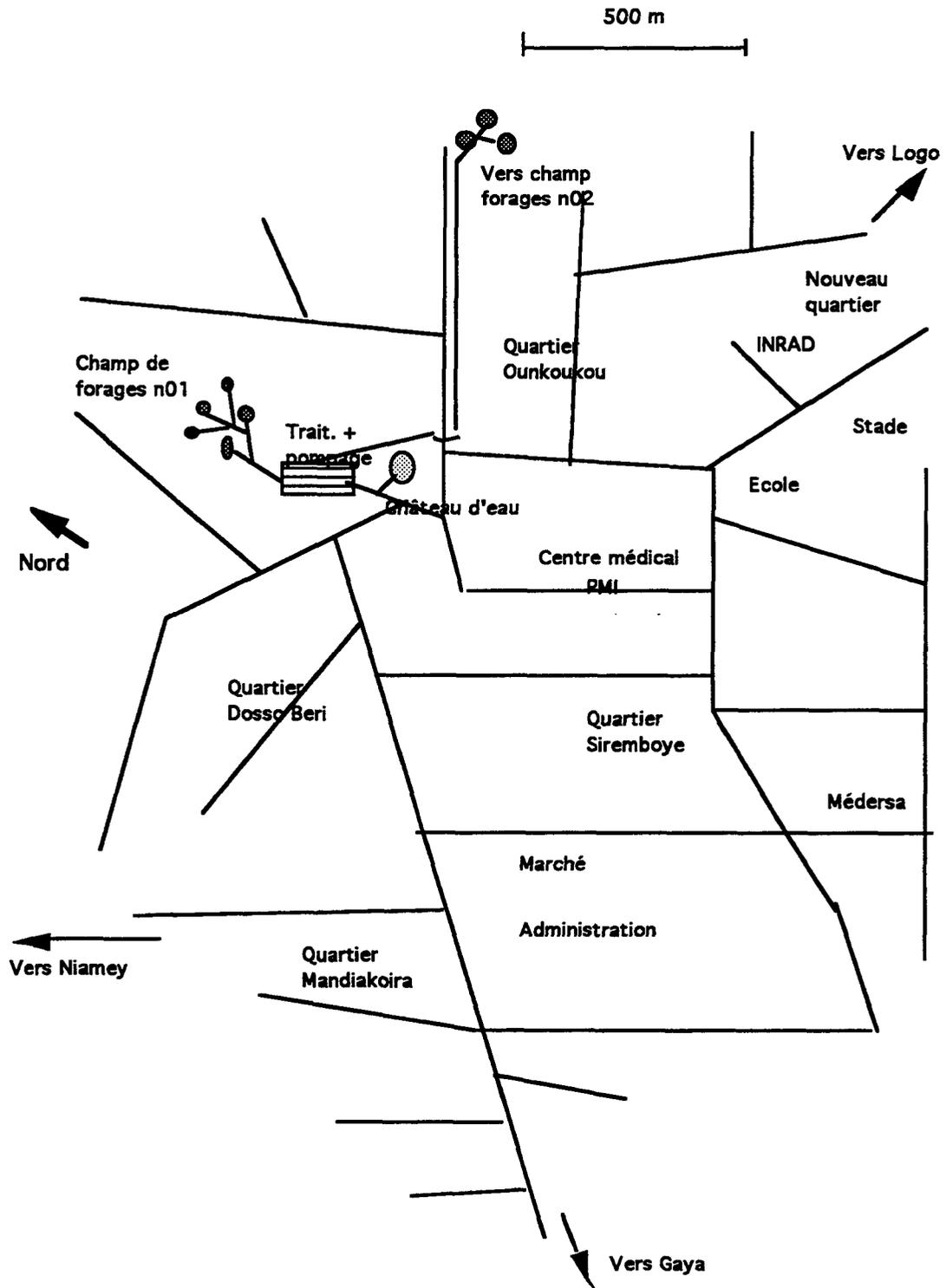
Cette enquête a été menée auprès de 7 gérants de BF. Elle a porté sur les ventes de l'année 1991. La moyenne des gains sur les 7 est d'environ 48 000 Fcfa par mois (tab 7.9) à comparer au SMIG à 18 900 Fcfa au Niger.

Tableau 7.9 Gain de quelques gérants de BF à Dosso (année 1991)

N° d'ordre de BF	1	2	3	4	5	6	7
Vente en m3/an	4 236	2 700	4 068	3 144	3 948	3 468	3 048
Revenu du gérant en Fcfa/mois	58 000	37 000	56 000	43 000	54 000	47 000	42 000

Figure 7.10 Schéma des installations d'AEP de Dosso
(longueur du réseau de conduites : 24.6 km)

Tracé à partir d'une observation des tournées du réseau



CHAPITRE 8 KOLLO (NIGER)

8.1. Cadre institutionnel de l'AEP au Niger

Le cadre institutionnel est décrit en détail à la section 7.1 (voir Dosso). Les principales institutions sont :

- la Direction de l'hydraulique agissant pour le compte de l'Etat comme maître d'ouvrage et comme contrôleur de l'exploitation-gestion des installations d'AEP (patrimoine de l'Etat),
- la SNE, société d'Etat à qui est confiée l'exploitation-gestion du système.

8.2. Données générales sur Kollo et son projet d'AEP

8.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville de Kollo est située à 40 km au sud de la capitale Niamey et à 3 km du fleuve Niger. C'est une banlieue planifiée pour dégager la capitale (voir annexe IV).

Kollo est un chef-lieu d'arrondissement, 3ème niveau administratif en République du Niger. On y rencontre quelques services de l'Etat, un centre de santé, des écoles primaires, etc.

Kollo abrite aussi une école professionnelle avec internat, l'Institut de développement rural (IDR) ainsi que des instituts de recherche en agriculture et en santé animale.

8.2.2. données économiques

- Les activités économiques sont basées sur l'agriculture et l'élevage extensif. La culture de crue et décrue du riz dans le cadre de "Riz du Niger" et la culture du mil et du sorgho assurent une relative autosuffisance alimentaire aux populations. On y cultive également en faibles quantités l'arachide, le niébé et les patates douces.

- Le secteur secondaire est négligeable.

- Le secteur tertiaire se limite essentiellement aux activités des services de l'Etat et des écoles.

8.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à Kollo

Avant la réalisation du projet, les habitants de Kollo ne disposaient que de quelques puits traditionnels qui tarissaient pour la plupart pendant la saison sèche. Pendant cette période de l'année, les populations se ravitaillaient en eau brute du fleuve Niger soit en y allant elles mêmes, soit par des revendeurs d'eau à des prix pouvant atteindre jusqu'à 50 Fcfa la touque de 20 l, soit l'équivalent de 2500 Fcfa le m³.

L'IDR disposait d'un petit système d'AEP autonome à partir du fleuve Niger.

Le manque d'eau était considéré par l'Etat comme le principal obstacle au développement urbain de Kollo.

8.2.4. initiation du projet d'AEP de Kollo

Pour faire de Kollo une ville satellite de dégagement de Niamey, le Gouvernement du Niger avait entrepris différentes actions sur le site parmi lesquelles on peut citer

- la réalisation de nouveaux lotissements avec des facilités d'acquisition des lots ;
- l'électrification de la ville ;
- l'équipement de la ville en système d'AEP.

Bien que prenant en compte la présence des populations autochtones, ce projet n'a été initié que pour viabiliser le site en vue d'une incitation à l'installation de fonctionnaires et autres personnes relativement nanties, et à la création de nouvelles activités économiques.

8.2.5. financement de l'étude

L'étude a été financée par le FED sur un prêt accordé à l'Etat nigérien.

8.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

L'étude a été confiée au bureau d'ingénieurs-conseils allemand GWK Consult. Elles ont été menées entre 1980 et 1983. Un document de base comportant les termes de références de l'étude et les données de base avait été préalablement élaboré par la Direction de l'hydraulique.

8.2.7. engagement et partenariat avec les populations

Aucune forme de partenariat n'avait été demandée aux populations, ni à la municipalité de Kollo dans le cadre du projet.

8.3. Données de base du projet d'AEP de Kollo

8.3.1. échéances

Le projet a été conçu pour 2 phases de réalisation

- première phase, réalisation en 1985 pour l'horizon 1990, soit 5 ans ;
- deuxième phase, réalisation en 1990 pour l'échéance finale 1995, soit au total une durée de 10 ans.

8.3.2. populations

Les projections démographiques ont été faites sur les bases suivantes :

- les résultats du recensement national des populations de 1977 d'où il ressort que Kollo comptait 2 046 habitants ,
- des estimations faites sur le taux d'occupation future des zones loties d'une superficie totale de 163 ha.

En définitive, les populations suivantes ont été retenues pour l'évaluation des besoins en eau :

- première phase (1990), 3 950 habitants ;
- deuxième phase (1995), 13 200 habitants.

Cette progression correspond à un taux d'accroissement démographique de 8.6 % par an entre 1977 et 1985, et 12.8 % par an entre 1985 et 1995.

8.3.3. urbanisme

L'espace urbain de Kollo est un terrain relativement plat. On y compte 3 quartiers :

- le village de Aoula Kouara peuplé d'agriculteurs, dont les constructions sont en argile ;
- le village de Sirinééré peuplé d'agriculteurs et d'éleveurs avec des habitats en argile et en pailloles, très serrés et où l'occupation du terrain ne laisse apparaître aucune forme régulière de voirie ;
- le quartier administratif et commercial situé entre les 2 villages ; ce quartier comporte également quelques habitations éparpillées en parpaings.

Tableau 8.1 Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Kollo
(tableau non réalisé à cause de manque de données)

8.3.4. besoins en eau

• Les besoins domestiques : Pour évaluer les besoins domestiques, on a distingué pour les 2 phases de réalisation :

- la desserte par BP pour 20 % de la population à raison de 100 l/j.hab ;
- la desserte par BF pour 80 % de la population à raison de 20 l/j.hab .

Comme les besoins de consommation, les proportions entre les populations des 2 catégories de desserte ne font référence à aucune étude ni aucun cas similaire.

• Les besoins annexes ont été évalués à partir des valeurs spécifiques suivantes :

- écoles sans internat, 5 l/j.élève ;
- écoles avec internat, 30 l/j.élève ;
- centre de santé, 80 l/j.lit d'hospitalisation.

Tableau 8.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Kollo

Années	1990	1995
Population estimée	7 200	13 200
Besoins domestiques m3/j	282	516
Besoins annexes m3/j	108	157
Besoins globaux m3/j	390	673
Besoins spécif. globaux l/j.hab	54	51

On constate que les besoins dans les services de l'Etat (besoins annexes) correspondent à 38 % des besoins globaux à la première phase et à 30 % à la deuxième phase.

8.3.5. sécurité dans la production et l'adduction d'eau (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Les ouvrages d'adduction ont été calculés avec les besoins de production du jour de pointe de l'échéance finale (1995). On a appliqué aux besoins de consommation les coefficients suivants :

- un coefficient de pertes de 1.11 ;
- un coefficient de pointe journalière de 1.2.

Les besoins de production du jour de pointe correspondants sont :

- première phase (1990), 520 m3 ;
- deuxième phase (1995), 898 m3.

8.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Le réseau est calculé avec le débit de l'heure de pointe prévu pour l'échéance finale en appliquant un coefficient de pointe horaire de 2.4.

Ainsi le débit de calcul est égal à 3.2 fois le débit moyen horaire supposé consommé à l'échéance finale du projet.

La pression minimale imposée dans le réseau est de 10 m.

8.3.7. ressources en eau

Des investigations géophysiques menées sur le site de Kollo ont conduit à la réalisation d'un forage, Kollo 1 en 1981 débitant à l'essai 45 m3/h, puis d'un 2ème forage, Kollo 2 de débit jugé faible. Cependant, l'espoir est demeuré sur la présence d'eaux souterraines en quantités suffisantes, et les 2 forages ont été retenus dans le cadre du projet pour l'AEP de la ville.

8.4. Résumé du projet d'AEP de Kollo

8.4.1. captage et pompage

Le forage Kollo 1 sera équipé pour débiter 26 m³/h. Ce qui couvrirait les besoins jusqu'en 1990. Le 2ème forage réalisé pour les investigations, Kollo 2 servira de piézomètre.

Un autre forage sera nécessaire dès 1990 pour faire face aux besoins de la 2ème phase.

8.4.2. traitement de l'eau

Le rapport des analyses effectuées sur les eaux des 2 forages existants fait ressortir les informations suivantes :

- teneurs en fer, manganèse et CO₂ très faibles ;
- pH 6, Conductivité 268 µs.

Le bureau d'étude a conclu qu'aucun traitement n'était pas nécessaire. Le projet prévoit donc la distribution de l'eau brute des forages.

8.4.3. réseau de distribution et équipement divers

Un château d'eau de 450 m³ en BA est prévu au centre ville en zone administrative et commerciale.

On prévoit

- en première phase, la pose de 12.2 km de conduites PVC correspondant à un taux d'équipement de 1.7 m linéaire de conduite par habitant de 1990, ainsi que la réalisation de 10 BF et de 3 bouches d'incendie ;
- en deuxième phase, la pose de 7.6 km de conduites PVC portant la longueur totale à 19.8 km, soit 1.5 m linéaire de conduites par habitant de 1995, ainsi que la réalisation de 7 nouvelles BF.

Il est prévu d'installer une station génératrice de 12 KVA avec son équipement en attendant l'extension du réseau d'électricité de NIGELEC à Kollo.

8.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Le projet n'a été intégré à aucun programme de développement socio-économique local ou régional.

8.4.5. estimation des coûts d'investissements

Les coûts correspondent à leur valeur de 1982.

Tableau 8.3 Devis estimatif du projet d'AEP de Kollo

Désignation de l'ouvrage	Phases	Investissem. par phase M Fcfa	Total ouvrage M Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coût de l'ouvrage % du total
Captage et pompage	1	39.1	59.1	4 470	16
	2	20.0			
Château d'eau Réseau et divers	1	112.0	112.0	8 480	31
	2	62.0	194.3	1 4 20	53
Totaux		365.4	365.4	27 670	100

8.4.6. évaluation des charges d'exploitation

Les coûts sont actualisés à leur valeur de 1982. Ils sont évalués pour la période allant de 1985 à 1995.

La production escomptée est de 1.58 millions de m³ sur les 10 ans.

• Frais courants : Ils sont présentés comme suit :

- les frais fixes : personnel local, logistique, frais du siège de la société (administration centrale) ;
- les frais proportionnels : énergie, réactifs de traitement, maintenance.

Tableau 8.4 Récapitulatif des frais courants estimés pour l'AEP de Kollo

Désignation de la dépense	Montants M.Fcfa	Montants en % du total	Prix de revient Fcfa/m ³
Frais fixes	29.4	40	18.6
Frais proportionnels	44.9	60	28.4
Totaux	74.3	100	47.0

• Frais de renouvellement : Ils sont évalués à 10.3 millions de Fcfa pour les 10 ans, soit 6.5 Fcfa le m³ d'eau produit.

• Amortissement des investissements : Les conditions d'investissement suivantes ont été adoptées dans l'étude :

- investissement par prêt ;
- taux d'intérêt de 10 % ;
- durée du crédit 28 ans avec 8 ans de différé à partir de 1985.

Il est estimé qu'en 1995 la valeur résiduelle des investissements sera de 245.2 millions de Fcfa. Le montant à amortir sur les 10 ans correspondra donc à 217.2 millions de Fcfa, soit 137 Fcfa le m³ d'eau produit.

Le prix de revient global (charges d'exploitation et amortissement) calculé sur les 10 ans et actualisé à 1982 est alors de **190.5 Fcfa** le m³ d'eau produit.

8.5. Description du système d'AEP réalisé

8.5.1. déroulement des travaux

Les travaux prévus pour les 2 phases ont été réalisés en une seule phase de 1984 à 1985.

8.5.2. captage et pompage

Le forage existant Kollo1 a été équipé pour débiter 30 m³/h. Le forage d'essai Kollo2 prévu pour servir de piézomètre, a été lui aussi équipé pour débiter 30 m³/h.

Aucun autre forage n'a été réalisé.

8.5.3. traitement de l'eau

Le bâtiment du forage Kollo1 a été construit légèrement plus grand et couvert en BA et non comme prévu en tôle ondulée, pour abriter un équipement sommaire de désinfection de l'eau à l'hypochlorite de calcium. Cet équipement consiste en un bac en plastique, de préparation de la solution et une pompe doseuse du réactif.

8.5.4. réseau de distribution et équipement divers

Un château d'eau de 500 m³ en BA (au lieu de 450 m³ prévu) est construit au centre ville.

24.6 km de conduites PVC ont été posés. On a également réalisé 21 BF et 29 branchements pour des services administratifs de l'Etat, les écoles, le centre de santé etc.

8.5.5. coûts des investissements réalisés

- Bailleurs de fonds et mode de financement : Le projet a été entièrement financé par le FED sur un prêt accordé à l'Etat nigérien.
- Montants : Les prix sont en francs Fcfa actualisés pour 1982 .

Tableau 8.5 Récapitulatif des investissements réalisés à Kollo

Désignation de l'ouvrage	Investissem. M.Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coûts en % du total
Captage et traitement	90.4	6 850	25
Château d'eau de 500 m3	109.3	8 280	31
Réseau de distribution et divers	145.7	11 040	41
Révision des prix	12.4	940	3
Totaux	357.8	27 110	100

8.6. Exploitation du système d'AEP de Kollo

8.6.1. acteurs impliqués

L'exploitation-gestion est assurée par la SNE, sans aucune implication de la population ni de la municipalité de Kollo.

8.6.2. maintenance

La SNE n'a pas de programme de maintenance préventive. La maintenance dite correctrice ne semble pas non plus se faire correctement à Kollo.

Lors de la visite sur le site en juin 1992, le système de désinfection était à l'arrêt pour manque de pièces de rechange. Il s'agit de joints en caoutchouc, de vannes PVC sur les conduites de réactifs etc.

Il semble que cette panne dure depuis 1988, soit dès la 3^{ème} année de mise en service des installations ; en outre, le Secteur de Kollo ne disposerait d'aucun budget au niveau local pour l'achat de pièces de rechange.

8.6.3. mode de ravitaillement en eau

La distribution de l'eau se fait à Kollo par BP et par BF.

Tableau 8.6 Evolution du nombre branchements dans le réseau d'AEP de Kollo

Années	1986	1989	1990	1991
Population estimée	4 290	6 160	7 200	8 100
Nombre de BP	NC	NC	279	308
Nombre de BF	21	NC	7	12
Nombre total de branch.	NC	NC	286	320
Habitants /branchement	-	-	25	25

NC : non connu

8.6.4. coût et modalité d'acquisition du branchement

A la mise en exploitation en 1986 la NIGELEC, alors exploitant avait tenté une expérience de facilités de paiement du branchement consistant :

- au versement d'un acompte de 20 % du devis de branchement à la souscription à l'abonnement ;
- et au paiement du reste en raison de 3 000 Fcfa par mois.

Mais la plupart des bénéficiaires de cette opération n'auraient pas honoré leur engagement. Ce qui aurait mis fin à l'expérience.

Depuis, le client doit payer son branchement au comptant et à l'avance, comme dans tous les systèmes d'AEP gérés par la SNE.

En 1992, le prix minimum d'un branchement était de 65 000 Fcfa (voir section 1.3 et fig 1.2).

8.6.5. évolution de la production-consommation et des pertes d'eau à Kollo

Tableau 8.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1986	1989	1990	1991
Population estimée	4290	6160	7200	8100
Product. en milliers de m3	NC	224	173	175
Consom. en milliers de m3	NC	193	146	170
Consom. spécifique l/j.hab	NC	86	56	57
Pertes .en %prod.	NC	13.8	15.6	2.8
.en % cons.	NC	16.1	18.5	2.9
Administr. en % du total	NC	NC	31.0	38.5

NC : non connu

On constate une très importante baisse de productivité des forages, bien qu'ils aient souvent été l'objet de "soufflage" pour les régénérer.

En juin 1992, lors de la visite sur le site, le pompage se faisait 24 h par jour sans satisfaire la demande. Les débits sont tombés à 14 m³/h et 11 m³/h respectivement pour Kollo1 et Kollo2, soit une baisse de productivité de 53% et 63% en 6 ans d'exploitation.

- Variation de la production journalière en 1990

- production journalière moyenne, 474 m³ ;
- production journalière de pointe (au mois d'avril), 626 m³, soit un coefficient de pointe journalière de 1.3.

- Variation de la production journalière en 1991

- production journalière moyenne de l'année, 480 m³ ;
- production journalière de pointe (au mois d'avril), 577 m³, soit un coefficient de pointe journalière de 1.2.

Nota : La sortie du château d'eau n'était pas équipée de compteur d'eau pour permettre de déterminer la variation horaire de la consommation journalière.

8.6.6. charges proportionnelles en 1991

- **Energie :** la consommation moyenne a été de 0.51 kwh/m³ d'eau produit. Ce ratio a été de 0.35 kwh/m³ et 0.46 kwh/m³ respectivement en 1989 et en 1990. Ce qui montre l'influence de l'épuisement de la nappe sur les coûts de production.
- **Réactifs de traitement de l'eau :** le traitement était à l'arrêt depuis 1988.
- **Maintenance :** les données d'exploitation ne font pas ressortir de distinction entre les dépenses de maintenance d'une part et les matières et fournitures diverses d'autre part.

8.6.7. importance et charges du personnel

En 1991 il y avait 3 agents en activité au Secteur de Kollo pour 320 branchements, soit un ratio de 106 branchements par agent. Leur salaire s'élevaient à 5.84 millions de Fcfa pour une production de 175000 m³, soit 33.4 Fcfa le m³ d'eau produite.

8.6.8. qualité du service assuré

La qualité de l'eau du réseau n'est pas suivie.

Dès 1990 une pénurie d'eau commençait à se faire sentir aux heures de pointe à cause de la baisse de productivité des forages (§ 8.6.5 et 8.6.6).

Depuis 1992, la pénurie est telle que le service de l'eau est complètement interrompu dans plus de la moitié du réseau durant la journée et le début de la nuit.

8.6.9. tarification de l'eau

La tarification de l'eau au Niger est décrite au § 7.6.9 (Dosso). Les tarifs de 1992 pour l'usage domestique sont rappelés ci-après :

- pour le gérant de BF : 85 Fcfa le m³, ce dernier revendant l'eau aux usagers à 5 Fcfa le seau de 20 l
- pour le propriétaire de BP : 105 Fcfa le m³ pour la tranche sociale qui correspond à 15 m³ par mois ; 120 Fcfa le m³ pour les 35 m³ suivants du mois etc.

Tableau 8.8 Tarifs en vigueur au Niger en 1992
(voir tab 7.8)

8.6.10. paiement des factures d'eau

Contrairement à la consommation dans les services de l'Etat pour laquelle seulement 41 % ont été payés au niveau national en 1991 et rien ne l'avait été pour 1992, le paiement des factures des usagers privés est jugé bon à Kollo. Les taux de paiement moyens suivants ont été observés :

- Année 1990, 89.4 %
- Année 1991, 99 % .

8.6.11. suspension et résiliation d'abonnements

En principe, la suspension du branchement intervient après 2 factures impayées, et la résiliation après 3 factures ou à la demande du client. Les situations suivantes ont été observées en fin d'année :

- Année 1990
 - nombre de branchements (dont BF), 286 ;
 - nombre de branchements en service, 180, soit un taux de branchements en situation de suspension ou de résiliation de 37 %.
- Année 1991
 - nombre de branchements, 320 ;
 - nombre de branchements en service, 208, soit un taux de branchements en situation de suspension ou de résiliation de 35 %.

Nota : aucun branchement d'un service de l'administration de l'Etat ne figure parmi les résiliés et les suspendus.

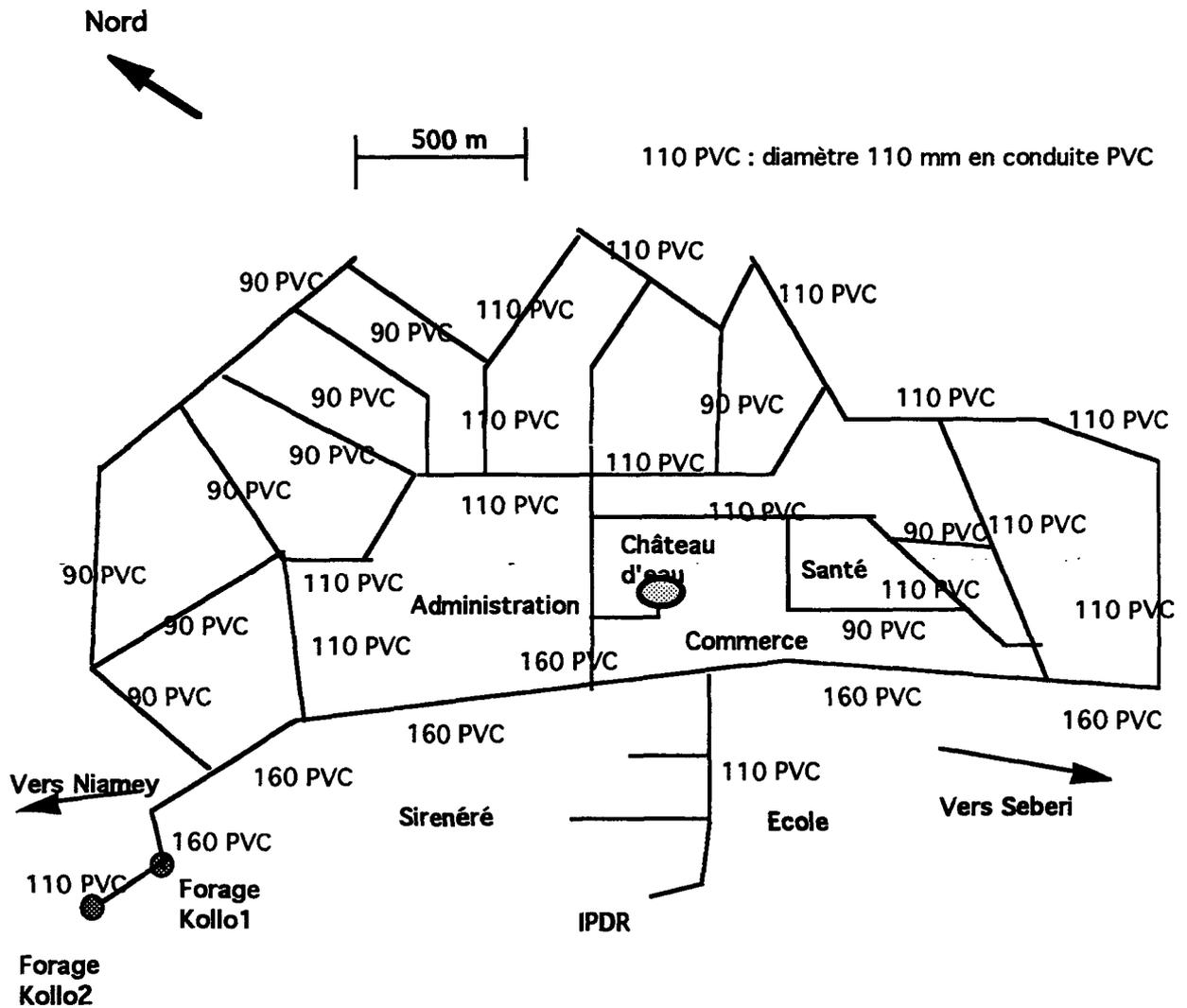
8.6.12. gain d'un gérant de BF à Kollo

Cette enquête n'a pas été faite à Kollo.

Tableau 8.9 Gains de quelques gérants de BF à Kollo (enquête non réalisée)

Figure 8.10 Schéma des installations d'AEP de Kollo
(longueur du réseau de conduites : 24.6 km)

d'après le plan d'ensemble du réseau établi par GWK en projet d'exécution 1985



CHAPITRE 9 BAMBEY (SENEGAL)

9.1. Cadre institutionnel de l'AEP au Sénégal

9.1.1. la Direction de l'hydraulique

C'est l'organe de l'Etat chargé de la définition de la politique nationale en matière d'AEP. Elle assure la recherche du financement, le contrôle des études et des travaux des projets d'AEP ainsi que celui de l'exploitation.

La Loi n° 65 59 du 19 juillet 1965 encore en vigueur stipule en son article premier: " *le captage, l'adduction et la distribution de l'eau sur toute l'étendue du territoire constituent des services publics de l'Etat. Nulle personne ou collectivité ne peut exercer l'une de ces activités si elle n'est pas chargée par l'Etat de l'exploitation du service public en vertu d'un contrat de concession ou de gérance ou si c'est seulement le captage, d'une autorisation exceptionnelle délivrée au nom de l'Etat par l'autorité compétente*" [3].

Dans son article deuxième, il est précisé que " *l'exploitation de l'ensemble des installations de production et de distribution (préalablement attribuées aux communes) est transférée à l'Etat qui se substitue aux communes dans les droits et obligations résultant des contrats passés dans ce domaine*".

9.1.2. la Société nationale d'exploitation des eaux du Sénégal (SONEES)

La SONEES est une Société nationale de droit privé dont l'Etat sénégalais détient 99 % des actions et les communes des chefs lieux de région 1 %.

Dans le Cahier des Clauses et des Conditions Générales du service public de l'eau et de l'assainissement, il est précisé que l'Etat confie à la SONEES " *le Droit exclusif d'acquérir par tous les moyens qu'elle juge convenables de construire, de réaliser et d'exploiter les ouvrages concernant :*

- *la production, le transport, la distribution et la vente d'eau en zone urbaine et sémi-urbaine ;*
- *la collecte par réseau et le traitement des eaux usées*".

La SONEES est le Maître d'Oeuvre et le Maître d'Ouvrage. Elle est donc chargée d'établir les plans directeurs, de préparer les études de factibilités techniques, économiques et financières des projets, d'évaluer les offres, de préparer les marchés, de surveiller les travaux et d'assurer l'exploitation et la gestion des installations.

9.2. Données générales sur Bambey

9.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville de Bambey est située à environ 120 km à l'est de la capitale Dakar (voir annexe V). Bambey est un chef lieu de Département, 2ème niveau d'importance dans le découpage administratif au Sénégal. Les principaux services officiels sont :

- la Préfecture représentant l'administration de l'Etat,
- la mairie.

9.2.2. données économiques

Pays sahélien, le Sénégal connaît les mêmes problèmes économiques que la plupart des pays africains. Selon le rapport du PNUD de 1992 sur le développement urbain publié (5), le revenu moyen par habitant y était de 650 dollars US en 1989, soit 162 000 Fcfa.

- Les activités économiques des habitants de Bambey sont essentiellement du secteur primaire
 - cultures vivrières : maïs, sorgho ;
 - culture commerciale : arachide.
- Le secteur secondaire se limite au petit artisanat.
- Le secteur tertiaire se compose essentiellement des services publics de l'Etat et de quelques activités commerciales.

9.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à Bambey

Avant le projet qui fait l'objet de cette étude, la ville de Bambey était équipée en système d'alimentation en eau géré par la Direction de l'hydraulique depuis Dakar. Ce système était composé de

- 2 forages F1 et F2 datant respectivement de 1951 et 1978 ; l'eau était distribuée sans traitement ;
- un château d'eau en BA de 250 m³ construit en 1951, jugé trop bas ;
- un réseau de conduites de distribution d'environ 13 km de long en fonte et en acier, jugées défectueuses.

C'est en 1978 que l'exploitation-gestion du système d'AEP de Bambey a été remise à la SONEES. Il y avait environ 350 branchements sans compteur d'eau sur le réseau, l'eau y étant jusqu'alors gratuite pour la population.

L'eau des forages étant de salinité très élevée (fluor 2.5 mg/l, chlorures 702 mg/l, sodium 608 mg/l), les populations s'alimentaient en eau douce pour la boisson auprès des propriétaires de puits.

9.2.4. initiation du projet d'AEP

Il s'agit d'un projet de réhabilitation, de renforcement et d'extension de l'existant. Ce projet est une composante d'un projet plus vaste dit des "11 centres" pour lequel la SONEES, de concert avec la Direction de l'hydraulique a proposé à l'Etat un planning d'études, de financement et de réalisation.

Ni les autorités administratives ou municipales, ni les populations de Bambey n'ont été associées à l'initiation du projet.

9.2.5. financement de l'étude

L'étude a été financée sur un prêt de la Banque mondiale (IDA) accordé à l'Etat sénégalais. L'accord a été conclu avec le ministère chargé de l'hydraulique.

9.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

L'étude du projet des 11 centres a été confiée au bureau d'ingénieurs conseils allemand IGIP suite à un appel d'offre international. Elle a été réalisée en 1980.

La SONEES et la direction de l'hydraulique en ont assuré le contrôle.

9.2.7. engagement et partenariat avec les populations

Aucun engagement n'a été demandé aux populations ni à la municipalité bénéficiaires pour le financement ou pour une participation aux travaux.

9.3. Les données de base du projet d'AEP de Bambey

9.3.1. échéances

Comme tous les 11 centres, le projet d'AEP de Bambey a été conçu en 2 phases de réalisation

- première phase : réalisation en 1982-1983 pour satisfaire les besoins de 1989, soit 6 ans ;
- deuxième phase : réalisation en 1989 pour satisfaire les besoins de l'an 2000, échéance finale, soit au total une durée de 17 ans.

9.3.2. populations

Les projections démographiques ont été faites sur la base

- des résultats du recensement national de 1976, à l'issue duquel Bambey comptait 9850 habitants ;
- d'enquêtes statistiques diverses menées par le ministère du plan.

L'étude a retenu divers taux d'accroissement démographique annuel pour des raisons non précisées

- 1976 à 1982, 3,4 % ;

- 1982 à 1989, 3.3 % ;
- 1989 à 2000, 3.2 %.

Ces valeurs correspondent à un taux d'accroissement démographique moyen d'environ 3.2 % par an entre 1976 et l'an 2000.

9.3.3. urbanisme

La ville de Bambey est bâtie sur un terrain plat. L'habitat est de type assez dispersé, avec des bâtiments à un niveau. On y distingue 2 types de quartiers :

- un quartier administratif et commercial à l'ouest et au centre de la ville avec des bâtiments en parpaings et en argile, habité aussi par quelques fonctionnaires de l'Etat;
- des quartiers résidentiels de bas standing de structure et de composition homogènes avec des constructions essentiellement en argile et en bois.

Tableau 9.1 Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Bambey

Années	1976	1980	1989	2000
Superficie en ha	201	209	248	326
Population estimée	9850	11300	15100	21300
Densité en hab/ha	49	54	60	65

9.3.4. besoins en eau

Pour évaluer les besoins en eau de l'échéance finale, on a distingué

- Les besoins domestiques :
 - desserte par BP pour 40 % de la population à raison de 45 l/j.hab ;
 - desserte par BF pour 60 % de la population à raison de 18 l/j.hab.

Ce qui correspond à un besoin spécifique domestique moyen de 28.8 l/j.hab.

- Les besoins de l'industrie et du commerce sont estimés forfaitairement à 80 m³/j.
- Les besoins dans les services publics sont aussi estimés forfaitairement à 80 m³/j.

Tableau 9.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Bambey

Années	1980	1982	1989	2000
Population estimée	11 300	120 00	15 100	21 300
Besoins m ³ /j	340	360	500	775
Besoins spécifiques globaux en l/j.hab	30	30	33	36

9.3.5. sécurité dans la production et l'adduction d'eau (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Les ouvrages d'adduction ont été calculés avec les besoins de l'échéance finale (an 2000) auxquels sont appliqués les coefficients suivants :

- un coefficient de pertes variable de 1.3 pour 1982 à 1.15 pour l'an 2000;
- un coefficient de pointe journalière de 1.3.

On a ainsi abouti aux besoins de production approximatifs suivants :

- année 1989, 780 m³/jour ;
- année 2000, 1160 m³/jour.

Le débit est calculé avec un temps de fonctionnement de 20 heures par jour.

9.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Le réseau de distribution a été calculé avec le débit de l'heure de pointe de l'échéance finale. Le coefficient de pointe horaire appliqué est de 2.3.

Ainsi, le débit de calcul correspond à 3.4 fois le débit moyen horaire distribué à l'échéance du projet.

La pression minimale de service retenue est de 14 m de colonne d'eau.

9.3.7. ressources en eau

Il n'y a ni cours d'eau, ni lac aux environs de Bambey pouvant être exploités pour l'AEP de la ville. La nappe phréatique est très pauvre. Les nappes profondes à eaux saumâtres que captent les forages existants restent les seules ressources en eau disponibles.

9.4. Résumé du projet d'AEP de Bambey

9.4.1. captage et pompage

L'équipement en pompes et en matériel électrique des 2 forages existants F1 et F2 sis à l'ouest et au centre de la ville sera renouvelé pour produire les besoins de la première phase. Un 3ème forage F3 est prévu en 2ème phase pour couvrir les besoins de l'échéance finale.

9.4.2. traitement de l'eau

Une station de traitement est prévue pour réduire les teneurs de l'eau en sel et en fluor par des échangeurs d'ions et pour sa désinfection à l'hypochlorite de calcium.

9.4.3. réseau de distribution et équipement divers

Un nouveau château d'eau en BA de 250 m³ est prévu sur le site du forage F2. L'ancien devra être démoli.

Le projet prévoit le remplacement de la quasi-totalité des 13 km de conduites en fonte et en acier existantes par des conduites PVC puis, la pose de 17 autres km de conduites, soit au total une longueur de réseau de 30 km. Ce qui correspond à une densité d'équipement de 1.4 m linéaire de conduite par habitant nominal (an 2000).

Le projet prévoit également la réhabilitation de 39 anciennes BF et l'installation de 2 nouvelles BF.

9.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Le projet n'est intégré à aucun autre projet de développement local ou régional.

9.4.5. estimations des coûts d'investissements

Les coûts correspondent à leur valeur de 1980.

Tableau 9.3 Devis estimatif du projet d'AEP de Bambey

Désignation de l'ouvrage	Investissements (par phase) M.Fcfa	Total projet M.F cfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coût de l'ouvrage en % du total
Captage	21.0 (1)	58.5	2 730	21
	37.5 (2)			
Traitement de l'eau	56.1 (1)	73.1	3 430	27
	17.0 (2)			
Château d'eau	42.5 (1)	42.5	20 000	16
Réseau et divers	70.2 (1)	96.6	4 530	36
	26.4 (2)			
Totaux	(1) et (2)	270.7	12 700	100

9.4.7. évaluation des charges d'exploitation

Les frais sont présentés sous forme de prévisions de 1981 à 1990 et actualisés à la valeur de 1980. La production escomptée sur les 10 années est de 1.53 millions de m³ d'eau en considérant que les nouvelles installations seront exploitées dès 1984.

- Frais courants

Tableau 9.4 Récapitulatif des frais courants prévus pour l'AEP de Bambey

Désignation de la dépense	Montant M.Fcfa	Montant en % du total	Prix de revient Fcfa/m3
Personnel	88.0	36	57.6
Energie	37.3	15	24.4
Réactifs	24.6	10	16.1
Entretien + fournitures	43.8	18	28.7
Frais généraux	52.1	21	34.1
Totaux	245.8	100	160.9

- Amortissement des investissements

- installations existantes : la valeur des amortissements est estimée à 29.6 millions de Fcfa ;
- nouvelles installations : la valeur des amortissements est estimée à 47 millions de Fcfa.

Les frais totaux d'amortissement s'élèvent donc à 76.6 millions de Fcfa, soit 50.1 Fcfa le m³ d'eau produit sur les 10 ans.

- **Frais de structure (frais de gestion au siège de la société)** : Ils sont évalués à 99.6 millions de Fcfa sur les 10 années, soit 65.2 Fcfa le m³ produit.

Les charges d'exploitation globales y compris les frais d'amortissement sont donc évaluées à 276.3 Fcfa le m³ d'eau produit.

- Intérêts sur les investissements durant les 10 années

- long terme : 135 millions de Fcfa ;
- moyen terme : 84.3 millions de Fcfa, soit au total 219.3 millions de Fcfa, correspondant à 143.6 Fcfa le m³ d'eau produit.

Le prix de revient moyen global calculé sur les 10 années est donc estimé à 420 Fcfa le m³ d'eau produit.

9.5. Description du système d'AEP réalisé à Bambey

9.5.1. déroulement des travaux

Les travaux prévus pour être exécutés entre 1982 et 1983 ont eu lieu beaucoup plus tard :

- construction du château d'eau de 250 m³ et mise en place des nouveaux équipements des forages existants en 1985 ;
- travaux du réseau de distribution de 1987 à 1988.

Il n'y a eu aucune forme de participation des populations aux travaux.

9.5.2. captage et pompage

Les 2 forages existants F1 et F2 sont équipés pour débiter respectivement 21 et 18.2 m³/h.

9.5.3. traitement de l'eau

Le traitement se limite à une désinfection à l'hypochlorite de calcium par injection de la solution dans la conduite d'adduction à la sortie du forage. Le projet de traitement de désalinisation sur des échangeurs d'ions a été abandonné, suite à des essais en laboratoire jugés peu concluants.

9.5.4. réseau de distribution et équipement divers

Le nouveau château d'eau de 250 m³ en BA reçoit directement l'eau des 2 forages et assure une distribution gravitaire.

Le réseau de conduites est long de 38.4 km dont 16.6 km posés dans le cadre du projet et le reste, des conduites existantes. Le taux d'équipement en conduites pour l'année 1989 est ainsi porté à 2.5 m linéaire par habitant de 1989 et 1.1 m par habitant de l'an 2000.

9.5.5. investissements réalisés

- Bailleurs de fonds et mode de financement : le projet a été co-financé sur des prêts accordés à l'Etat sénégalais par la Banque mondiale (IDA) et la Caisse centrale de coopération économique (CCCE) française suivant deux conventions signées avec l'Etat respectivement en avril 1984 et en mars 1985.

- Montants

Tableau 9.5 Récapitulatif des investissements réalisés à Bambey

Désignation de l'ouvrage	Investissements M. Fcfa	Coûts unitaires FCFA/hab nominal	Coûts en % du total
Captage et traitement	27.8	1 300	20
Château d'eau	44.2	2 080	31
Réseau et divers	72.9	3 230	49
Totaux	141.0	6 610	100

9.6. Exploitation du système d'AEP de Bambey

9.6.1. acteurs impliqués

L'exploitation et la gestion des installations relèvent exclusivement de la SONEES. Celle-ci a mis en place des structures de déconcentration des activités en créant des directions d'exploitations régionales et des structures locales appelées "Secteurs" ou "Escalaes" selon la taille.

9.6.2. maintenance

Les activités de maintenance correctives et de réparations semblent bien assurées. Quant à la maintenance préventive, elle porte sur les appareils électromécaniques de production, c'est à dire au niveau du pompage et s'effectue à 2 niveaux.

- Niveau local : Ce sont des activités journalières menées par les agents en place (généralement des ouvriers électromécaniciens) et consistant à assurer la propreté, la vérification de l'intensité du courant électrique et de la marche de compteurs, la détection de vibrations sur les moteurs par le toucher.
- Niveau de l'exploitation régionale : Ce sont des activités mensuelles menées par des agents de production itinérants. Il s'agit de vérifier les pompes, les transformateurs, les armoires électriques, les pompes doseuses de réactifs de traitement.

Lors de la visite sur le terrain en décembre 1990, les installations étaient en bon état de marche.

9.6.3. mode de ravitaillement en eau

Dans les centres urbains du Sénégal le ravitaillement en eau se fait suivant deux modes :

- Par branchement privé (BP)
- Par bornes fontaines (BF)

Jusqu'en 1990, l'eau à la BF était gratuite pour le consommateur. Elle était facturée à la municipalité qui n'arrivait pas à payer, à cause dit-on de l'insuffisance de son budget.

Depuis juillet 1991, la gestion des BF est cédée à des gérants privés qui souscrivent à un abonnement auprès de la SONEES et qui revendent l'eau aux populations.

Tableau 9.6 Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de Bambey

Années	1982	1987	1988	1989	1990
Population estimée	12 000	14 100	14 600	15 100	15 600
Nbre de BP dont administ.	204	595	764	914	971
Nbre de BF	39	40	41	31	28
Nombre total de branch.	243	635	805	945	999
Habitants/branchement	49	22	18	16	16

9.6.4. coût et modalité d'acquisition du branchement au Sénégal

Le branchement est réalisé à la demande du client. Il existe 3 types de branchement.

- Le branchement dit social, attribué seulement pour usage domestique privé et dans le cas où la longueur de la conduite de branchement ne dépasse pas 5 m. Le diamètre est de 15 mm. C'est un branchement subventionné pour lequel le client ne paye que les frais d'abonnement qui s'élevaient en 1991 à 10 337 Fcfa et se décomposent comme suit :

- établissement du devis 2 562 Fcfa,
- garantie du compteur 7 775 Fcfa.

- Le branchement ordinaire, domestique ou non, qui coûte au client au minimum 66 608 Fcfa pour un diamètre de 15 mm et lorsque la longueur de la conduite de branchement ne dépasse pas 5 m.

Pour des longueurs de branchements ou les diamètres supérieurs, on procède à une extension de réseau consistant à la pose d'une conduite de diamètre au moins égal à 63 mm pour laquelle le client paiera 20 % des frais en plus du coût du branchement (fig1.2).

- Le branchement pour une BF pour lequel le gérant paye une somme forfaitaire de 5 621 Fcfa à l'abonnement.

9.6.5. évolution de la production- consommation et des pertes d'eau à Bambey

Tableau 9.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1982	1986	1987	1988	1989	1990
Population estimée	12 000	13 700	14 100	14 600	15 100	15 600
Product. en milliers de m3	263	204.3	234.9	244.2	263.2	266
Consom. en milliers de m3	120	153	165	179	193	201.8
Pertes en % eau produite	54.4	25.1	29.7	26.7	26.6	24.1
Pertes en % eau consom.	119.1	33.9	42.4	36.4	36.4	31.8
Consom. spécifique globale en l/j.hab	27	31	32	35	35	35

Nota : La consommation des services de l'administration a compté pour 44 % du total dans l'Exploitation régionale de Diourbel dont fait partie l'Escale de Bambey.

9.6.6. charges proportionnelles en 1990

- Energie électrique : la consommation moyenne a été de 0.35 kwh/m³ d'eau produit.
- Réactif de traitement : la consommation moyenne d'hypochlorite de calcium a été de 1.07 g/m³ d'eau produit.
- Maintenance : selon le chef d'Exploitation régionale de Diourbel, les charges de maintenance de la région s'élevaient à 1.79 millions de Fcfa en 1990 pour un volume d'eau produit de 1.56 millions de m³, soit 1.14 Fcfa le m³ d'eau.

9.6.7. importance et charges du personnel

En 1990 il y avait 5 agents permanents à l'Escale de Bambey.

Sur les 33 agents permanents de l'Exploitation régionale de Diourbel, 24 mènent des activités couvrant les 3 centres de la région. Ce sont les agents des services techniques, de l'administration et du commercial.

Si leurs activités sont supposées proportionnelles à la production d'eau et, sachant que celle de la région a été de 1.56 millions de m³ en 1989 et celle de Bambey de 0.26 millions de m³, le nombre d'équivalents agents de la région travaillant pour Bambey serait de 4.

Ainsi, on pourrait estimer le personnel sur le terrain pour l'AEP de Bambey à 9, soit en moyenne l'équivalent de 105 branchements pour un agent.

Les charges annuelles du personnel de l'exploitation régionale ont été de 42 millions de Fcfa, soit un ratio de 32.7 Fcfa le m³ d'eau produite.

9.6.8. qualité du service assuré

Durant l'enquête pour la présente thèse, le service de l'eau était assuré avec une bonne pression et le réseau de conduites couvrait la totalité du périmètre urbain.

Cependant, l'eau contient jusqu'à 2.5 mg/l de fluor et 700 mg/l de chlorures amenant les populations à rechercher de l'eau douce auprès de propriétaires de puits, qu'elles consomment sans traitement.

9.6.9. tarification de l'eau au Sénégal

La tarification est faite au Sénégal par péréquation nationale. La facturation est faite selon l'utilisation et suivant des tranches de volume consommé.

- Consommation domestique :

Tableau 9.8 Tarifs en vigueur au Sénégal en 1991 (facturation bimestrielle)

Tranches de volume	jusqu'à 20 m ³	de 21 à 180 m ³	à partir de 181 m ³
Nature du tarif	Social	Plein	Dissuasif
Tarif en Fcfa le m ³	137.47	319.83	367.43

• Administration, industries et commerce : le tarif social n'est pas appliqué. Le m³ d'eau est facturé au tarif normal jusqu'à la tranche égale à 180 m³, puis au tarif dissuasif pour la tranche supérieure.

- BF : le tarif est fixe et égal à 160.2 Fcfa le m³.

Nota : l'eau est vendue aux populations à la BF à 5 Fcfa le récipient de 20 l, soit l'équivalent de 250 Fcfa le m³.

- Bouches de marchés et institutions religieuses : le tarif est fixe et égal à 137.47 Fcfa le m³ (tarif social).

9.6.10. paiement des factures d'eau

La situation du paiement des factures d'eau dans l'ensemble de l'Exploitation régionale de Diourbel a été la suivante :

- Année 1989
 - pour les usagers privés (55.7 % de la consommation totale d'eau), le taux de paiement a été de 77.06 %
 - pour la consommation dans les services de l'administration de l'Etat et des institutions municipales (44.3 % de la consommation totale), le taux de paiement (au niveau national) a été de 6.8 %.
- Année 1990
 - pour les usagers privés, 94 % de paiement
 - pour la consommation dans les services de l'administration de l'Etat et de la municipalité, 0 % de paiement en fin décembre 1991.

Nota : le paiement de la consommation dans les institutions de l'Etat s'effectue au niveau national à Dakar sur le trésor public.

9.6.11. suspension et résiliation d'abonnements

Un abonnement est suspendu à partir de la 2^{ème} ou de la 3^{ème} facture impayée. Il est résilié à partir de la 3^{ème} facture impayée ou à la demande du client.

Pour Bambey on a observé les situations suivantes en fin d'année :

• Année 1989

- nombre total de branchements y compris les BF, 945 (nombre de polices d'abonnement) ;
- nombre de branchements en service, 738, soit un taux de branchement en situation de suspension (interruption momentanée) ou de résiliation de 21.9 %.

• Année 1990

- nombre total de branchements, 999 ;
- nombre de branchements en service, 788, soit un taux de branchements en position de suspension-résiliation de 21 %.

Nota : aucun branchement d'un service de l'administration de l'Etat ou de la municipalité ne figure parmi les résiliés malgré leur retard de paiement.

9.6.12. gain moyen d'un gérant de BF à Bambey

Une enquête menée auprès de 6 gérants de BF portant sur les ventes du mois de novembre 1990, considéré comme de consommation moyenne annuelle, a abouti à un revenu moyen de 20 580 Fcfa par mois, à comparer au SMIG au Sénégal qui était de 30 900 Fcfa.

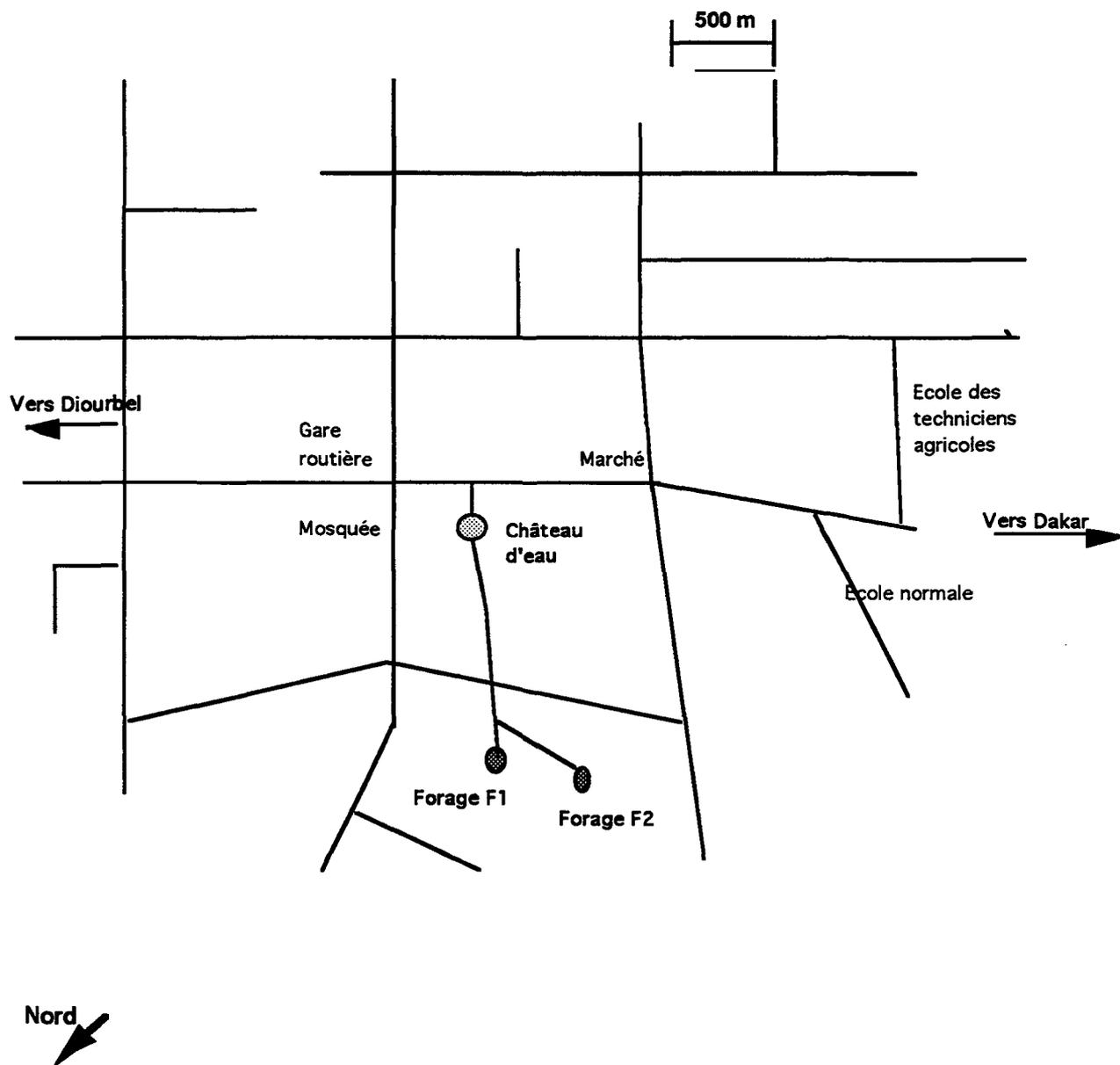
Rappelons que le gérant gagne 89.8 Fcfa par m³ d'eau vendue.

Tableau 9.9 Gain de quelques gérants de BF à Bambey en novembre 1990

N° d'ordre de la BF	1	2	3	4	5	6
Volume vendu en m ³	266	226	228	182	301	176
Revenu en Fcfa/mois	23 800	20 300	20 300	16 300	27 000	15 800

Figure 9.10 Schéma des installations d'AEP de Bambey
(longueur du réseau de conduites : 38.4 km)

Etabli à partir d'observations sur le terrain



CHAPITRE 10 : FATICK (SENEGAL)

10.1. Cadre institutionnel de l'AEP au Sénégal

Le cadre institutionnel est décrit en détail au paragraphe 9.1 (Bambey). Les principales institutions sont :

- la Direction de l'hydraulique agissant pour le compte de l'Etat comme maître d'ouvrage et comme contrôleur de l'exploitation-gestion des installations d'AEP (patrimoine de l'Etat),
- la SONEES, société d'Etat à qui est confiée l'exploitation-gestion du système.

10.2. Données générales sur Fatick

10.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville de Fatick est située à 145 km à l'Est de Dakar et à 42 km à l'Ouest de Kaolack (voir annexe V).

Fatick est un chef-lieu de région administrative. On y rencontre la plupart des représentations régionales des services de l'Etat ainsi que divers services de développement, des écoles, un hôpital etc.

10.2.2. données économiques

Fatick est une ville avec un relatif essor économique. Les populations ne sont pas riches mais arrivent de manière générale à produire le minimum vital.

- Secteur primaire : culture du mil et de l'arachide.
- Secteur secondaire : industrie du sel de mer.
- Secteur tertiaire : il se limite aux activités des services de l'Etat et au commerce.

10.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à Fatick

Avant le projet qui fait l'objet de cette étude, la ville de Fatick était équipée en système d'alimentation en eau de forages sans traitement. Le système était composé des équipements suivants :

- un forage sis au centre de la ville débitant 33 m³/h ;
- un château d'eau en BA de 150 m³ jugé trop bas, avec des fuites considérables ;
- un réseau de conduites de distribution d'une longueur de 24 km concentrées surtout dans le centre ville.

En 1980 le réseau comportait 246 abonnés privés et 69 BF jugées défectueuses pour la plupart.

Avec une teneur en fluor de 5 mg/l environ pour l'eau du réseau, les populations préféraient se ravitailler en eau douce pour la boisson et la cuisson des aliments, chez des propriétaires de puits privés.

10.2.4. initiation du projet d'AEP

Il s'agit d'un projet de réhabilitation et d'extension des installations existantes. Ce projet fait partie d'un projet plus vaste dit des 11 centres, initié et conduit par la SONEES et la Direction de l'hydraulique.

10.2.5. financement de l'étude

L'étude du projet des 11 centres a été financée sur un prêt accordé par la Banque mondiale à l'Etat sénégalais.

10.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

L'étude du projet a été réalisée par le bureau d'ingénieurs-conseils allemand IGIP en 1980.

10.2.7. engagements et partenariat avec les populations

Aucun engagement n'a été demandé aux populations ni à la municipalité de Fatick dans le cadre du projet.

10.3. Données de base du projet de Fatick

10.3.1. échéances

Le projet de Fatick a été conçu pour 2 phases de réalisation :

- première phase : réalisation en 1982-1983 pour satisfaire les besoins de 1989, soit 6 ans ;
- deuxième phase : réalisation en 1989 pour satisfaire les besoins de l'an 2000, échéance finale, soit au total une durée de 17 ans.

10.3.2. populations

Les projections démographiques ont été faites sur les mêmes bases qu'à Bambey. Il s'agit notamment

- du recensement national de population effectué au Sénégal en 1976 d'où il ressortait que la population de Fatick était d'environ 9850 habitants ;
- d'enquêtes statistiques diverses à partir desquelles le taux d'accroissement démographique de Fatick a été estimé à environ 3 % par an.

10.3.3. urbanisme

La ville de Fatick est bâtie sur un terrain plat inondable. L'habitat est assez regroupé.

On distingue 2 types de quartier :

- un quartier administratif et commercial au centre ville avec des bâtiments anciens en pierres ou en parpaings dont certains sont à 2 niveaux, et quelques bâtiments plus récents en parpaings ou quelques fois en argile ;
- des quartiers résidentiels de structure semblable avec des bâtiments en argile ou en bois et quelques rares bâtiments en parpaings.

En 1980 la superficie occupée par la ville était évaluée à 320 ha pour une population de 11 100 habitants environ, soit une densité moyenne de 34.6 habitants à l'hectare. La faiblesse de cette densité a fait émettre par le bureau d'ingénieurs-conseils l'hypothèse selon laquelle jusqu'à l'an 2000, la ville continuera plutôt de se densifier et qu'il n'y aura pas de nouveaux quartiers habités.

Tableau 10.1 Etat d'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de Fatick

Années	1980	1989	2000
Population estimée	11 100	14 500	20 000
Densité hab/ha	34.6	46	63

10.3.4. besoins en eau

Pour évaluer les besoins en eau, on a distingué les modes de desserte suivants :

- Les besoins domestiques
 - desserte par BP : population concernée estimée à 40 % du total à raison de 45 l/j.hab ;
 - desserte à partir des BF: population concernée estimée à 60 % du total à raison de 18 l/j.hab.

Ce qui correspond à un besoin spécifique domestique moyen de 29 l/j.hab à l'échéance an 2000.

- Les besoins industriels, ceux des unités commerciales et des services publics ont été évalués de manière forfaitaire à 120 m³/jour pour l'échéance an 2000.

Pour l'échéance an 2000, les besoins en eau globaux sont ainsi estimés à 690 m³/jour, soit un besoin spécifique global de 35 l/j.hab.

Tableau 10.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour Fatick

Années	1982	1989	2000
Population estimée	11 800	14 500	20 000
Besoins en eau globaux m3/j	330	440	690
Besoins spécifiques globaux l/j.hab	28	30	35

10.3.5. sécurité dans la production et l'adduction d'eau (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Les ouvrages d'adduction ont été calculés avec les besoins de production escomptés pour le jour de pointe de l'année 2000 (échéance finale du projet). On a appliqué aux besoins journaliers moyens estimés pour cette année les coefficients suivants :

- un coefficient de pertes de **1.15**,
- un coefficient de pointe journalière de **1.3**.

Les besoins de production suivants ont donc été retenus :

- pour la première phase (1989), 658 m3/jour ;
- pour la deuxième phase (2000), 1033 m3/jour.

10.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Le réseau de distribution a été calculé avec le débit de l'heure de pointe du jour de pointe de l'échéance finale. Le coefficient de pointe horaire appliqué au débit horaire moyen de production (du jour de pointe) est de **2.3**.

Le débit de calcul est donc égal à 3.4 fois le débit moyen horaire distribué à l'échéance du projet.

10.3.7. ressources en eau

Il n'y a ni cours d'eau ni lac d'eau douce à proximité de Fatick pouvant être exploités pour l'AEP. L'eau de la rivière Sine qui borde la ville est trop salée, et les rares puits d'eau douce ont de très faibles débits.

La seule possibilité reste le captage par forage des eaux (saumâtres) de la nappe profonde du Maestrichtien.

10.4. Résumé du projet d'AEP de Fatick

10.4.1. captage et pompage

Le forage F1 existant doit être conservé et exploité à un débit d'environ 33 m³/h malgré sa teneur en fluor très élevée (5 mg/l environ).

Un nouveau forage F2 doit être réalisé à 900 m environ à l'ouest de l'ancien. Celui-ci sera équipé pour débiter 70 m³/h.

10.4.2. traitement de l'eau

Comme dans le projet de Bambey, on prévoit la réalisation d'une station de défluoration sur des échangeurs d'ions, et de désinfection.

10.4.3. réseau de distribution et équipement divers

Le château d'eau de 150 m³ sera réhabilité. Un nouveau château d'eau en BA de 250 m³ est prévu sur le site du forage F2.

Le réseau existant était long de 20.2 km.

- première phase : on prévoit la pose de 10.8 km de conduites portant la longueur totale à 31 km, ce qui équivaldrait à un taux d'équipement de 2.15 m linéaire de conduite par habitant de l'année 1989 ;
- deuxième phase : on prévoit la pose de 936 m de conduites portant la longueur totale à 32 km, ce qui équivaldrait à un taux d'équipement de 1.6 m linéaire de conduite par habitant de l'an 2000, dont 0.6 m dans le cadre du projet.

On prévoit la réhabilitation de 29 BF existantes et la réalisation de 7 nouvelles.

10.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Le projet n'est intégré à aucune autre activité socio-économique de la ville ou de la région.

10.4.5. estimation des coûts d'investissements

Les coûts correspondent à leur valeur de 1980.

Tableau 10.3 Devis estimatif du projet de Fatick

Désignation de l'ouvrage	Phases	Investis. par phase M. Fcfa	Total par ouvrage M. Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coût de l'ouvrage % du total
Captage et pompage	1	97.8	97.8	4 890	28
Traitement de l'eau	1	50.0			
	2	17.0	67.0	3 350	19
Châteaux d'eau		70.4	70.4	3 520	20
Réseau de distribution	1	65.3			
	2	53.8	119.1	5 950	33
Totaux		354.3	354.3	17 710	100

Le coût du contrôle des travaux a été estimé à 29.5 millions de Fcfa, soit 1470 Fcfa /habitant.

10.4.6. évaluation des charges d'exploitation

Les coûts sont actualisés à l'année 1980. Les calculs sont faits sur la période allant de 1980 à 1990, soit 10 ans. La production escomptée pendant cette période est de 1.57 millions de m³ d'eau.

- Frais courants

Tableau 10.4 Récapitulatif des frais courants estimés pour l'AEP de Fatick

Désignation de la dépense	Montants M. Fcfa	Coûts en % du total	Prix de revient Fcfa/m ³
Personnel	55.2	29	35.1
Energie	51.9	27	33.1
Réactifs de traitement	20.8	11	13.3
Entretien et fournitures	37.3	20	23.8
Frais généraux	24.6	13	15.7
Totaux	189.8	100	121.0

- Amortissement des investissements
 - pour les installations existantes, la valeur à amortir dans les 10 ans est 49 millions de Fcfa ;
 - pour les nouvelles installations, la valeur à amortir dans les 10 ans est 52 millions de Fcfa, soit au total 101 millions de Fcfa, correspondant à 64.5 Fcfa le m³ d'eau produit.

- Frais de structure (frais de l'administration au siège de la société)

Ils sont évalués à 85.6 millions de Fcfa sur les 10 ans, correspondant à un prix de revient de 54.5 Fcfa le m³ d'eau produit.

Les charges globales à l'exploitation (y compris les amortissements) sont ainsi évaluées à 240 Fcfa le m³ d'eau produit.

- Intérêts sur les investissements
 - sur la dette à long terme : 99.9 millions de Fcfa ;
 - sur la dette à court terme : 65.1 millions de Fcfa, soit au total 165 millions de Fcfa correspondant à un ratio de 105 Fcfa le m³ produit sur les 10 ans.

Le prix de revient moyen global du m³ d'eau produit dans les 10 ans (1980-1990) est alors estimé à **345 Fcfa**.

10.5. Description du système d'AEP réalisé à Fatick

10.5.1. déroulement des travaux

Les travaux, prévus pour être réalisés entre 1982 et 1983 ont eu lieu comme suit :

- 1986, réalisation du nouveau forage F2 ;
- 1988, équipement du forage, construction du nouveau château d'eau de 250 m³, pose des conduites du réseau de distribution et réalisation des branchements.

Il n'y a eu aucune forme de participation de la population ni de la municipalité aux travaux.

10.5.2. captage et pompage

L'AEP se fait à partir des 2 forages F1 et F2. Les eaux de ce dernier sont de moindre salinité.

10.5.3. traitement de l'eau

Le traitement de l'eau se limite à sa désinfection à l'hypochlorite de calcium, la désalinisation par échangeurs d'ions n'étant pas retenue.

10.5.4. réseau de distribution et équipement divers

L'ancien château d'eau de 150 m³ et le nouveau de 250 m³ assurent ensemble la distribution de l'eau.

Le réseau est long de 36.9 km de conduites dont 12.9 km sont posés dans le cadre du projet. Ce qui correspond à un taux d'équipement en conduites de 2.5 m linéaire par habitant de 1989 et 1.9 m linéaire par habitant de l'an 2000.

Le réseau comporte 910 branchements privés dont 68 ont été réalisés dans le cadre du projet, et 25 bornes fontaines.

10.5.5. coûts des investissements réalisés

- Bailleurs de fonds et mode de financement : Le projet a été financé conjointement par la Banque mondiale et la CCCE (France), sur des prêts accordés à l'Etat sénégalais.
- Montants : Les prix sont actualisés à leur valeur de 1980.

Tableau 10.5 Récapitulatif des investissements réalisés à Fatick

Désignation de l'ouvrage	Investis. réalisés M. Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coût en % par rapport au total
Captage et traitement	111.3	5 620	48
Château d'eau	52.0	2 630	23
Réseau de distribution	67.7	3 410	29
Totaux	231.0	11 600	100

10.6. Exploitation du système d'AEP de Fatick

10.6.1. acteurs impliqués

L'exploitation-gestion est assurée par la SONEES. Le service (local) d'exploitation de Fatick est appelé "Secteur". Il relève de la direction d'Exploitation régionale de Kaolack.

10.6.2. maintenance

Il n'y avait pas de programme de maintenance préventive à la SONEES. Mais la maintenance dite corrective était bien assurée sur les installations de Fatick.

Les installations étaient en bon état de marche lors de la visite sur le site en janvier 1991.

10.6.3. mode de ravitaillement en eau

Le ravitaillement en eau se fait par BP et par BF.

Tableau 10.6 Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de Fatick

Années	1982	1984	1986	1987	1988	1989
Populations estimée	11 800	12 500	13 200	13 600	13 800	14 500
Nbre total de branch.	317	464	541	651	803	910
Nombre de BF	69	NP	NP	NP	NP	25
Hab/branchement	37	27	24	21	17	16

NP : non précisé

10.6.4. coût et modalités d'acquisition du branchement

Les modalités d'acquisition du branchement au Sénégal sont détaillées au paragraphe 9.6.4 (Bambey). En 1991, les conditions étaient les suivantes :

- le paiement à l'avance des frais
- l'attribution d'un branchement subventionné (ou social) pour l'abonnement domestique à 10 337 Fcfa, s'il existe une conduite publique à moins de 5 m du client
- le branchement au coût réel pour toutes les autres conditions, le coût minimum étant de 66 608 Fcfa.

10.6.5. évolution de la production - consommation - pertes d'eau à Fatick

Tableau 10.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1981	1986	1987	1988	1989	1990
Population estimée	11 400	13 200	13 600	13 800	14 500	14 900
Product. milliers m3	147	182	210	232	246	276
Consom. milliers m3	139	166	196	216	227	251
Consom. spécif. l/j.hab	33	34	39	438	43	46
Pertes en % product.	5.4	8.5	8.0	7.0	8.0	9.0
Pertes en % consom	5.7	9.6	7.1	7.4	8.3	10.0
Adminis. milliers m3	NC	54.8	70.6	77.3	81.7	NC
Adminis. en % du total	NC	33.0	36.0	35.8	36.0	NC

NC : non connu

10.6.6. charges proportionnelles en 1990

- Energie électrique : La consommation a été en moyenne de 0.23 kwh/m3 d'eau produit.

- Réactif de traitement : La consommation en hypochlorite de calcium a été en moyenne de 0.5 g/m³ d'eau produit.
- Maintenance : Les données d'exploitation disponibles ne font pas ressortir les dépenses pour la maintenance.

10.6.7. importance et charges du personnel

En 1990 il y avait 6 agents permanents au Secteur de Fatick.

Il y avait 15 agents basés à Kaolack menant des activités couvrant les 12 centres de la région (service technique, administration, comptabilité, facturation) pour un nombre total d'abonnés de 13 440. La production d'eau à Fatick représentant 5.5 % de la production de la région, on peut estimer proportionnellement à 1 le nombre d'équivalents agents de la direction d'exploitation régionale au service de Fatick. Soit au total, 7 équivalents agents travaillant sur le terrain pour l'AEP de Fatick.

Avec 910 branchements, on obtient un ratio de 130 branchements par agent.

Si la rémunération moyenne est considérée comme étant la même qu'à Bambey, la charge du personnel équivaldrait à 28 Fcfa le m³ d'eau produite.

10.6.8. qualité du service assuré

Le réseau de distribution ne couvre qu'environ 2/3 du périmètre urbain. Selon le chef du Secteur SONEES, le service de distribution est assuré sans interruption. Mais à cause de la salinité élevée de l'eau, les populations continuent de se ravitailler en eau douce à partir de puits traditionnels.

10.6.9. tarification de l'eau

La tarification de l'eau potable au Sénégal est décrite au § 9.6.9 (Bambey). Les tarifs de 1991 pour l'usage domestique sont rappelés ci-après :

- pour le gérant de BF : 160.2 Fcfa le m³, ce dernier revendant l'eau aux usagers à 5 Fcfa le seau de 20 l
- pour les propriétaires de BP : 137.47 Fcfa le m³ pour la tranche sociale qui correspond à 20 m³ par bimestre ; 319.8 Fcfa le m³ pour les 160 m³ suivants du bimestre etc.

Tableau 10.8 Tarifs en vigueur au Sénégal en 1992
(voir tab 9.8)

10.6.10. paiement des factures d'eau

Le taux de paiement des factures n'a pas été disponible spécifiquement pour Fatick. Les valeurs ci-dessous concernent l'ensemble de l'exploitation régionale de Kaolack.

• Année 1989

- pour les usagers privés (BP et BF), 78 % de paiement ;
- pour la consommation dans les services de l'administration, le taux de paiement était de 6.8 % au niveau national.

• Année 1990

- pour les usagers privés, 92 % de paiement ;
- pour la consommation dans les services de l'administration, il semble que le paiement soit nul.

10.6.11. suspension et résiliation des abonnements

Un abonnement est en principe suspendu à partir de la 2ème ou de la 3ème facture impayée. Il est résilié à partir de la 3ème facture impayée ou à la demande de l'abonné. La situation en décembre 1989 était la suivante :

- nombre de branchements, 910 (y compris les BF) ;
- nombre de branchements en service, 758, soit un taux de branchements en situation de suspension ou de résiliation de 16.7 %.

Nota : Il n'y a aucun branchement d'un service de l'Etat ou de la municipalité parmi les suspendus ou résiliés.

10.6.12. gain moyen d'un gérant de BF à Fatick

Une enquête a été menée auprès de 5 gérants de BF pour déterminer leur revenu. Elle porte sur les ventes d'eau du mois de novembre 1990. La consommation en novembre est proche de la moyenne mensuelle. Le gain moyen des 5 gérants est de 13 800 Fcfa par mois, alors que le SMIG était à 30 900 Fcfa le mois au Sénégal.

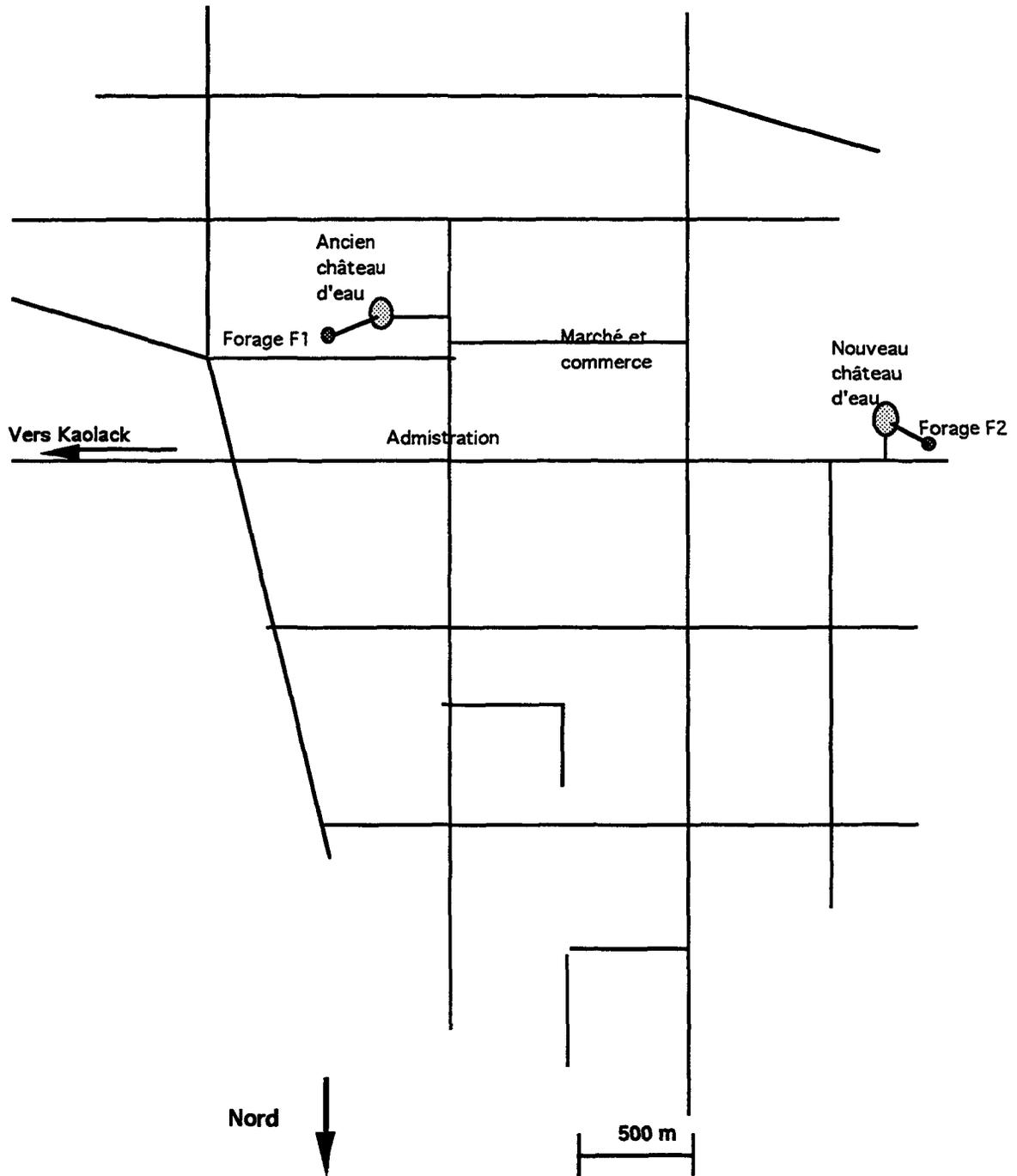
Rappelons que le m³ d'eau vendu rapporte au gérant un gain net de 89.8 Fcfa .

Tableau 10.9 Gains de quelques gérants de BF à Fatick au mois de novembre 1990

N° d'ordre de la BF	1	2	3	4	5
Volume vendu en m ³ /mois	130	203	136	89	215
Revenu en Fcfa/mois	11 670	18 230	12 210	7 990	19 300

Figure 10.10 Schéma des installations d'AEP de Fatick
(longueur du réseau de conduites : 36.9 km)

Etabli à partir d'observations faites sur le terrain



Chapitre 11 M'BACKE (SENEGAL)

11.1. Cadre institutionnel de l'AEP au Sénégal

Le cadre institutionnel est décrit en détail au paragraphe 9.1 (Bambey). Les principales institutions sont :

- la Direction de l'hydraulique agissant pour le compte de l'Etat comme maître d'ouvrage et comme contrôleur de l'exploitation-gestion des installations d'AEP (patrimoine de l'Etat),
- la SONEES, société d'Etat à qui est confiée l'exploitation-gestion du système.

11.2. Données générales sur M'Backé

11.2.1. situation géographique et institutions locales

La ville de M'Backé est située à environ 190 km à l'est de Dakar et à 10 km au sud ouest de la ville sainte de Touba (voir annexe V). C'est un chef-lieu de département. On y rencontre les mêmes services officiels qu'à Bambey.

11.2.2. données économiques

M'Backé est une ville de caractère assez commercial. Les revenus des populations couvrent cependant à peine le minimum vital.

- Le secteur primaire occupe la majeure partie de la population.
 - cultures vivrières : maïs essentiellement
 - cultures commerciales : arachides.
- Le secteur secondaire se limite au petit artisanat
- Dans le secteur tertiaire, on note principalement la présence de services de l'Etat et de la municipalité, et quelques activités commerciales.

11.2.3. situation initiale de l'alimentation en eau à M'Backé

Avant le projet qui fait l'objet de cette étude, la ville de M'Backé était équipée en système d'alimentation en eau géré par la Direction de l'hydraulique depuis Dakar. Ce système comprenait les ouvrages suivants :

- 3 forages (F1, F2, F3) pouvant débiter au total 180 m³/h ;
- un château d'eau en BA de 250 m³ sur une tour de 14.5 m jugé trop bas, insuffisant et trop éloigné du centre du réseau de distribution ;
- un réseau de conduites de distribution de 21 km de long dont 13 km en PVC et 8 km en fonte et acier jugés comme étant en mauvais état.

L'eau y était distribuée gratuitement et sans traitement.

En 1978 l'exploitation-gestion a été cédée à la SONEES. Il y avait alors environ 500 branchements.

Cependant, l'eau des forages étant fortement saumâtre (chlorures 1 g/l, fluor 2.2 mg/l, résidu sec 2 g/l), les populations achetaient pour la boisson et la cuisson l'eau douce auprès des propriétaires de puits.

11.2.4. initiation du projet d'AEP

Il s'agit d'un projet de réhabilitation et d'extension des installations existantes. Ce projet fait partie d'un projet plus vaste dit des 11 centres, initié et conduit par la SONEES et la Direction de l'hydraulique.

11.2.5. financement de l'étude

L'étude du projet des 11 centres a été financée sur un prêt accordé par la Banque mondiale à l'Etat sénégalais.

11.2.6. bureau d'études et déroulement de l'étude

L'étude a été réalisée par le bureau d'ingénieurs-conseils allemand IGIP en 1980.

11.2.7. engagements et partenariat avec les populations

Aucun engagement n'a été demandé aux populations ni à la municipalité de M'Backé dans le cadre du projet.

11.3. Les données de base du projet d'AEP de M'Backé

11.3.1. échéances

Le projet de M'Backé a été conçu pour 2 phases de réalisation :

- première phase : réalisation en 1982-1983 pour satisfaire les besoins de 1989, soit 6 ans ;
- deuxième phase : réalisation en 1989 pour satisfaire les besoins de l'an 2000, échéance finale, soit au total une durée de 17 ans.

11.3.2. populations

L'estimation des populations futures a été faite sur la base :

- des résultats du recensement national de 1976 à l'issue duquel la population de M'Backé a été estimée à 25 400 habitants ;
- d'enquêtes statistiques jugées trop sommaires.

L'étude a retenu divers taux d'accroissement démographique pour des raisons non précisées :

- de 1976 à 1982, 8.1 % ;
- de 1982 à 1989, 5.8 % ;
- de 1989 à 2000, 3.9 %.

Ce qui correspond à un taux d'accroissement démographique global de 5.3% par an entre 1976 et l'an 2000.

11.3.3 urbanisme

La ville de M'Backé est bâtie sur un terrain plat. L'habitat est de type assez regroupé dans la plupart des quartiers. Les bâtiments sont à 1 à 2 niveaux. On distingue 3 types de quartiers :

- un quartier administratif et commercial au centre de la ville avec des bâtiments en parpaings ou en argile ;
- des quartiers résidentiels traditionnels de part et d'autres du centre avec essentiellement des bâtiments en argile ;
- un quartier résidentiel moderne en construction sur la route de Touba au nord est de la ville avec des villas en parpaings.

Tableau 11.1 Etat de l'occupation prévisionnelle du périmètre urbain de M'Backé

Années	1980	1982	1989	2000
Population estimée	34 800	39 000	57 900	88 200
Superficie en ha	571	631	741	1200
Densité en hab/ha	61	62	78	74

Suivant l'hypothèse selon laquelle il y aura de nouveaux quartiers d'ici l'an 2000 comme c'est le cas actuellement sur la route de Touba, l'étude a retenu que la densité maximale serait de 80 hab/ha dans les zones déjà habitées et 55 hab/ha dans les extensions.

11.3.4. besoins en eau

Pour évaluer les besoins en eau, on a distingué les catégories suivantes :

- Les besoins domestiques

- desserte par BP pour 40 % de la population à raison de 45 l/j.hab ;
- desserte par BF pour 60 % de la population à raison de 18 l/j.hab.

Ce qui correspond à un besoin spécifique domestique moyen de 28.8 l/j.hab.

- L'estimation des populations dans chaque catégorie ainsi que celle des consommations spécifiques ne fait référence à aucune étude ni à aucun cas similaire.

- Les besoins des industries, des maisons de commerce et des services publics ont été estimés de manière forfaitaire.

Tableau 11.2 Récapitulatif des besoins en eau estimés pour l'AEP de M'Backé

Années	1982	1989	2000
Population estimée	39 000	57 900	88 200
Besoins globaux m ³ /j	760	1 670	3 040
Besoins spéc. globaux l/hab.j	20	29	34

11.3.5. sécurité dans la production et l'adduction d'eau (coefficients de pertes et de pointe journalière)

Les ouvrages d'adduction ont été calculés avec les besoins de production escomptés pour le jour de pointe de l'année 2000. On a ainsi appliqué aux besoins moyens journaliers les coefficients suivants :

- un coefficient de perte de **1.15** ;
- un coefficient de pointe journalière de **1.3**.

Les besoins de production des jours de pointe suivants ont été obtenus après calculs :

- première phase (1989), 2600 m³/j ;
- deuxième phase (2000), 4550 m³/j.

Les débits de calcul des ouvrages sont déterminés sur la base d'un fonctionnement journalier de 20 heures.

11.3.6. sécurité dans la distribution (coefficient de pointe horaire)

Le réseau de conduites de distribution est calculé avec le débit de l'heure de pointe prévu pour l'an 2000 (échéance finale du projet). Le coefficient de pointe horaire appliqué est **2.3**.

Le débit de calcul du réseau correspond donc à environ 3.4 fois le débit moyen horaire distribué à l'échéance finale du projet.

11.3.7. ressources en eau

Il n'y a ni cours d'eau, ni lac aux alentours de M'Backé pouvant être exploités pour l'AEP de la ville. Comme à Bambey, la nappe phréatique est quasi inexistante. Le captage des nappes profondes et salées reste la seule alternative possible.

11.4. Résumé du projet d'AEP de M'Backé

11.4.1. captage et pompage

Le projet prévoit l'abandon du forage F1. L'équipement des forages F2 et F3 sis au centre de la ville doit être renouvelé pour débiter en moyenne 60 m³/h chacun et couvrir les besoins de la première phase.

Un 3ème forage F3 bis est prévu dès 1989 pour la deuxième phase.

11.4.2. traitement de l'eau

Il est prévu la réalisation en 1ère phase d'une station de défluoration de 120 m³/h sur échangeurs d'ions et l'installation de l'équipement pour la désinfection à l'hypochlorite de calcium. Cette unité de traitement doit être doublée en 2ème phase d'une 2ème unité identique.

11.4.3. réseau de distribution et équipement divers

L'ancien château d'eau de 250 m³ jugé trop bas sera abandonné pour un nouveau de 1000 m³ en BA à construire sur le site des forages.

On conservera 15.6 km du réseau existant et on prévoit les réalisations suivantes :

- en première phase, la pose de 45.7 km de conduites PVC portant la longueur totale à 61.3 km, soit un taux d'équipement de 1.0 m linéaire de conduite par habitant de 1989 ;
- en deuxième phase, la pose de 43 km de conduites PVC portant à 104.3 km la longueur totale du réseau, soit pour la population de l'an 2000, un taux d'équipement de 1.18 m linéaire de conduites par habitant.

Le projet prévoit en outre la réhabilitation de 30 des 62 BF existantes considérées comme défectueuses, ainsi que la réalisation de 10 nouvelles BF.

11.4.4. intégration à d'autres projets sectoriels

Le projet n'est intégré à aucune autre activité socio-économique de la ville ou de la région.

11.4.5. estimations des coûts d'investissements

Les coûts sont exprimés en francs constants de 1980. Les coûts unitaires se rapportent à la population estimée pour l'an 2000 (échéance finale). Ils ne comprennent pas les frais de l'étude et de la surveillance des travaux.

Tableau 11.3 Devis estimatif du projet d'AEP de M'Backé

Désignation des ouvrages	Phases	Investis. par phase M.Fcfa	Total ouvrage M.Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab.	Coûts en % du total
Captage	1	112.6			
	2	69.0	181.6	2 059	21
Traitement	1	163.4			
	2	110.4	273.8	3 102	32
Château d'eau	1	67.8	67.8	769	8
Réseau de distribution	1	187.5			
	2	153.0	340.5	3 860	39
Totaux		863.7	863.7	9 784	100

11.4.6. évaluation des charges d'exploitation

Les coûts sont actualisés à leur valeur de 1980. Ils correspondent aux prévisions pour la période allant de 1980 à 1990. La production escomptée sur cette période est de 3.17 millions de m³ d'eau.

- Frais courants

Tableau 11.4 Récapitulatif des frais courants estimés pour l'AEP de M'Backé

Désignation de la dépense	Montants M. Fcfa	Montant en % du total	Prix de revient Fcfa/m ³
Personnel	255.6	37	80.6
Energie	145.6	21	45.8
Réactifs de traitement	66.5	10	21.0
Entretien+fournitures	97.1	14	30.7
Frais généraux	125.0	18	39.4
Totaux	689.4	100	217.5

- Amortissement des investissements

- pour les installations existantes, la valeur des amortissements est de 46.6 millions de Fcfa ;
- pour les nouvelles installations, la valeur des amortissements est de 163 millions de Fcfa.

Le montant total des amortissements sur les 10 années est alors de 209.6 millions de Fcfa, soit 66. Fcfa le m³ d'eau produit .

- Frais de structure (frais de l'administration centrale de la société)

Ils sont évalués à 226.6 millions de Fcfa, soit 71.5 Fcfa le m³ d'eau produit.

Les charges totales d'exploitation sur les 10 ans reviennent donc à 355 Fcfa le m³ d'eau produit.

- Intérêts sur les dettes pour les 10 ans
 - dette à long terme, 353.8 millions de Fcfa ;
 - dette à moyen terme, 303.4 millions de Fcfa, soit au total, 657.2 millions de Fcfa, correspondant à 207.3 Fcfa le m³ d'eau produit.

Le prix de revient global calculé pour les 10 ans (dont intérêt sur les investissements) s'élèvent à **572.3 Fcfa** le m³ d'eau produit.

11.5. Description du système d'AEP réalisé à M'Backé

11.5.1. déroulement des travaux

- 1985 : réalisation et équipement du forage F3 et remplacement de l'équipement du forage F2 , construction du château d'eau de 1000 m³ ;
- 1987 -1988 : réalisation et équipement du forage F3 bis, travaux du réseau de distribution.

Les travaux réalisés correspondent pratiquement à ceux prévus pour les 2 phases.

Il n'y a eu aucune forme de participation des populations ou de la municipalité aux travaux.

11.5.2. captage et pompage

Les forages F1 et F2 ont été rétrocédés à l'Hydraulique rurale. L'AEP se fait à partir des forages F3 et F3 bis sis au site du nouveau château d'eau.

11.5.3. traitement de l'eau

Le traitement se limite à une désinfection à l'hypochlorite de calcium par injection du réactif dans la conduite d'adduction au pied du château d'eau. Le matériel se compose d'un bac de préparation en plastique et de 2 pompes doseuses de réactif.

Les installations pour la défluoration n'ont pas été réalisées.

11.5.4. réseau de distribution et équipement divers

Le réseau est long de 98 km de conduites essentiellement en PVC, dont environ 82 km posés dans le cadre du projet. Ce qui correspond à un taux d'équipement de 1.7 m linéaire de conduite par habitant de 1989 et 1.1 m linéaire par habitant de l'an 2000.

Le réseau comporte 2230 branchements dont 722 ont été réalisés dans le cadre du projet, et 52 bornes fontaines.

11.5.5. investissements réalisés

- Bailleurs de fonds et mode de financement : Le projet a été financé conjointement par la Banque mondiale et la CCCE (France), sur des prêts accordés à l'Etat sénégalais.

- Montants

Tableau 11.5 Récapitulatif des investissements réalisés à M'Backé

Désignation de l'ouvrage	*Investissements réalisés M. Fcfa	Coûts unitaires Fcfa/hab	Coûts en % du total
Captage et traitement	185.0	2 098	40
Château d'eau 1000 m3	81.0	919	17
Réseau de distribution	200.5	2 273	43
Totaux	465.5	5 290	100

* La surveillance des travaux a coûté 59.7 millions de Fcfa soit 11.3 % des investissements, correspondant à 675 Fcfa par habitant.

11.6. Exploitation du système d'AEP de M'Backé

11.6.1. acteurs impliqués

L'exploitation-gestion est assurée par la SONEES. Le service local de la SONEES est appelée "Sous Secteur" (niveau intermédiaire entre l'Escale et le Secteur).

11.6.2. maintenance

Il n'y avait pas de programme de maintenance préventive à la SONEES. Mais la maintenance dite corrective était bien assurée sur les installations de M'Backé. Les installations étaient en bon état de marche lors de la visite sur le site en décembre 1990.

11.6.3. mode de ravitaillement en eau

Le ravitaillement en eau se fait par BP et par BF.

Tableau 11.6 Evolution du nombre de branchements dans le système d'AEP de M'Backé.

Années	1982	1984	1988	1989	1990
Population estimée	39 000	43 200	53 100	57 900	60 900
Nombre de BP	602	NC	1 885	2 090	2 230
Nombre de BF	62	NC	39	76	52
Nbre total de branch.	664	900	1 924	2 166	2 282
Hab/branchement	59	48	28	27	27

* NC : non connu

11.6.4. coûts et modalités d'acquisition du branchement privé

Les modalités d'acquisition du branchement au Sénégal sont détaillées au paragraphe 9.6.4 (Bambey). En 1991, les conditions étaient les suivantes :

- le paiement à l'avance des frais
- l'attribution d'un branchement subventionné (ou social) pour l'abonnement domestique à 10 337 Fcfa, s'il existe une conduite publique à moins de 5 m du client
- le branchement au coût réel pour les autres conditions, le coût minimum étant de 66 608 Fcfa.

11.6.5. évolution de la production - consommation - pertes d'eau

Tableau 11.7 Récapitulatif de la production-consommation et pertes d'eau annuelles

Années	1982	1984	1986	1988	1989
Population estimée	39 000	43 200	48 800	53 100	57 900
Product. en milliers de m3	214	405.5	387.8	751	931
Consom. en milliers de m3	150	194.2	306.3	484.6	610
Consom. spécif. l/j.hab	11	12	17	25	29
Pertes d'eau en					
% de product.	26.5	52.1	21	35.5	34.5
% de comsom	37.9	108.7	26.6	54.9	52.6

11.6.6. charges proportionnelles en 1990

- Energie électrique : La consommation a été en moyenne de 0.47 kwh/m3 d'eau produit.
- Réactif de traitement : La consommation moyenne en hypochlorite de calcium a été de 2.0 g/m3 d'eau produit.
- Maintenance : Les dépenses pour l'Exploitation régionale de Diourbel, dont relève M'Backé, ont été de 1.14 Fcfa le m3 d'eau produit.

11.6.7. importance et charges du personnel

En 1990 il y avait 8 agents permanents au Sous-secteur de M'Backé.

Sur les 33 agents permanents au siège de l'Exploitation régionale de Diourbel, 24 mènent des activités couvrant l'ensemble des 3 centres de la région. Proportionnellement à la production d'eau dans la région, le nombre d'équivalents de ces agents au service de M'Backé d'environ 7.

Il y aurait donc 15 équivalents agents sur le terrain pour l'AEP de M'Backé, soit en moyenne 152 branchements par équivalent agent.

La charge salariale dans l'Exploitation régionale de Diourbel est d'environ 27 Fcfa/m³ d'eau produite.

11.6.8. qualité du service assuré

Selon le chef du Sous-secteur, le service de l'eau est assuré dans tout le réseau sans interruption et avec une pression suffisante.

Cependant, le réseau de conduites ne couvre pas certains quartiers périphériques comme le nouveau quartier résidentiel en construction sur la route de la ville sainte de Touba au nord-est.

En outre, à cause de la qualité saumâtre des eaux, les populations continuent de se ravitailler en eau douce auprès de propriétaires de puits, pour la boisson et la cuisson des aliments.

11.6.9 tarification de l'eau

La tarification de l'eau potable au Sénégal est décrite au § 9.6.9 (Bambey). Les tarifs de 1991 pour l'usage domestique sont rappelés ci-après :

- pour le gérant de BF : 160.2 Fcfa le m³, ce dernier revendant l'eau aux usagers à 5 Fcfa le seau de 20 l
- pour les propriétaires de BP : 137.47 Fcfa le m³ pour la tranche sociale qui correspond à 20 m³ par bimestre ; 319.8 Fcfa le m³ pour les 160 m³ suivants du bimestre etc.

Tableau 11.8 Tarifs en vigueur au Sénégal en 1992
(voir tab 9.8)

11.6.10. paiement des factures d'eau

La situation du paiement des factures d'eau dans l'ensemble de l'Exploitation régionale de Diourbel a été la suivante :

• Année 1989

- pour les usagers privés (55.7 % de la consommation), le taux de paiement a été de 77.06 %,
- pour la consommation dans les services de l'administration de l'Etat et des institutions municipales (44.3 % de la consommation), le taux de paiement (au niveau national) a été de 6.8 %.

- Année 1990

- pour les usagers privés, 94 % de paiement,
- pour la consommation dans les services de l'administration de l'Etat et de la municipalité, 0 % de paiement en fin décembre 1991.

11.6.11. suspension et résiliation d' abonnements

Un abonnement est en principe suspendu à partir de la 2ème ou de la 3ème facture impayée. Il est résilié à partir de la 3ème facture impayée ou à la demande de l'abonné. On a observé à M'Backé les situations suivantes en fin décembre :

- Année 1989

- nombre de branchements, 2 166 (polices d'abonnement) ;
- nombre de branchements en service, 1 576 , soit un taux de branchements en situation de suspension (fermeture momentanée) ou de résiliation de 27.2 %.

- Année 1990

- nombre de branchements, 2 282 ;
- nombre de branchements en service, 1 665, soit un taux de branchements en situation de suspension ou de résiliation de 27 %.

Nota : il n'y a pas de branchement d'un service de l'Etat ou de la municipalité parmi les suspendus ou résiliés.

11.6.12. gain d'un gérant de BF à M'Backé

Une enquête a été menée auprès de 5 gérants de BF pour déterminer leur revenu. Elle porte sur le mois de novembre 1990 pour lequel la consommation est proche de la moyenne annuelle. La moyenne des revenus moyens mensuels est de 28 000 Fcfa, alors que le SMIG était à 30 900 Fcfa le mois au Sénégal.

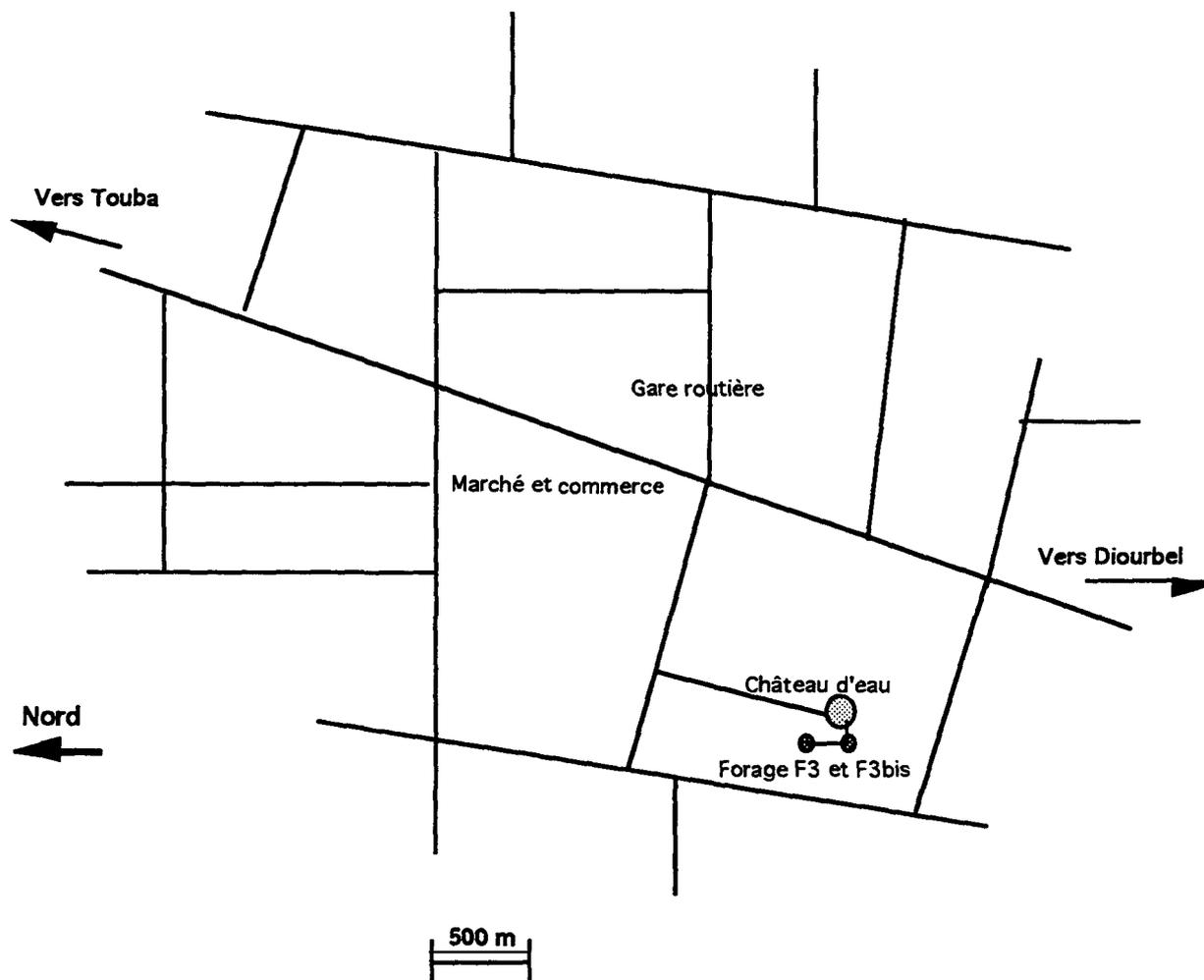
Rappelons qu'un m3 d'eau vendu rapporte au gérant un gain net de 89.8 Fcfa.

Tableau 11.9 Gain de quelques gérants de BF à M'Backé au mois de novembre 1990

N° d'ordre de la BF	1	2	3	4	5
Volume facturé m3 / mois	102	425	235	455	345
Revenu du gérant Fcfa / mois	9 130	38 160	21 100	40 860	30 980

Figure 11.10 Schéma des installations d'AEP de M'Backé
(longueur du réseau de conduites : 98 km)

Etabli à partir d'observations sur le terrain



BIBLIOGRAPHIE

Documents généraux

01. CIEH, *Compte rendu des journées techniques sur le bilan de la DIEPA*, tomes 1 et 2, Ouagadougou, 19 au 23 février 1990
02. UADE, *Gestion du service public d'eau et/ou d'assainissement*, rapport général, 6^{ème} Congrès de l'UADE, Cotonou, 3 au 6 février 1992
03. SONEES, *Cahier des clauses et conditions générales du service de l'eau et de l'assainissement et ses annexes*
04. SONEES, *Recueil de textes*
05. UNDP Report 1992, *Urbain development*, Oxford University Press

Projets

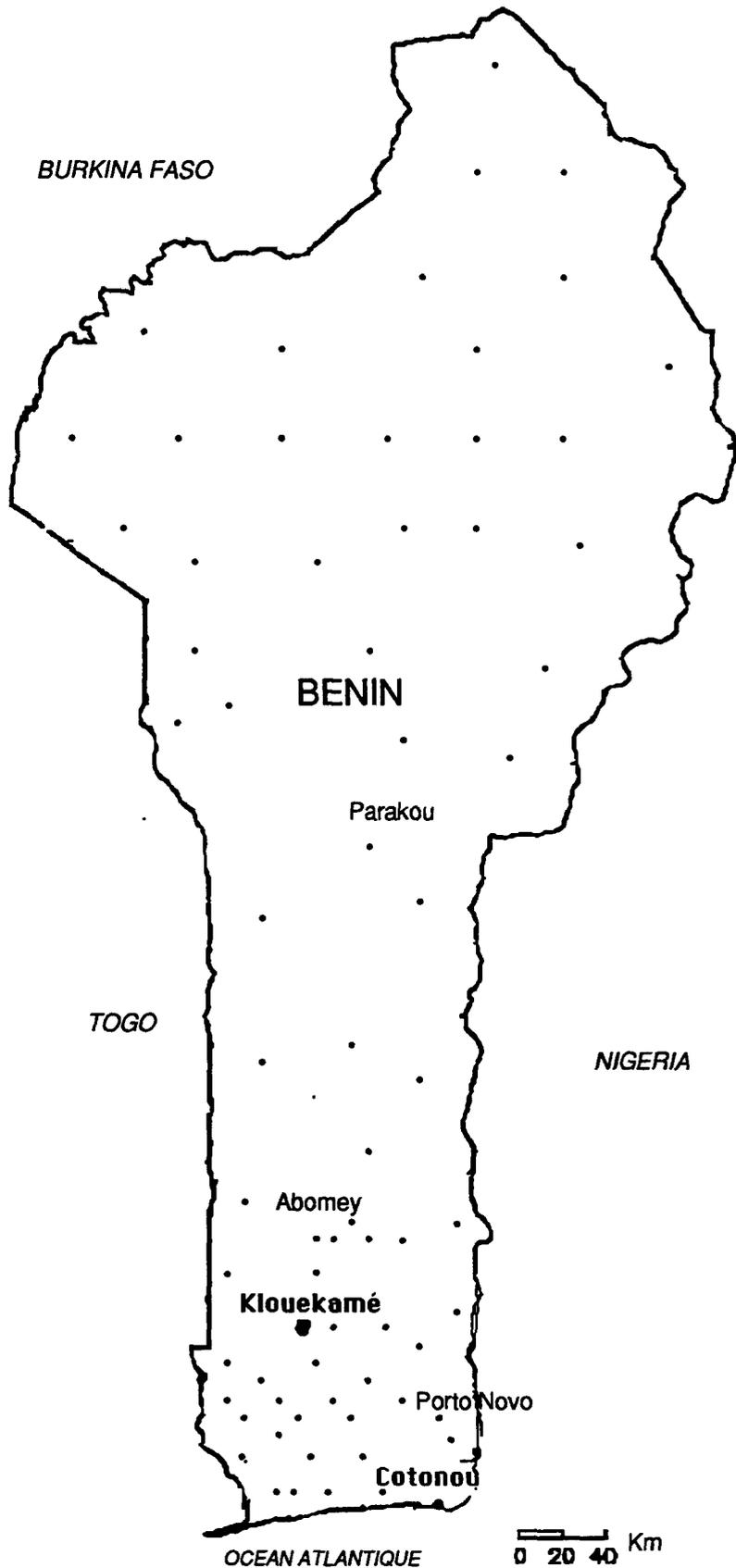
06. Etude de factibilité pour l'adduction d'eau potable dans 24 chefs lieux de Districts (du Benin), dossier de financement, IGIP Ingénieurs Conseils Darmstadt 1980
07. Projet d'adduction d'eau potable de la ville de Boundiali, dossier de financement SODECI 1975
08. Adduction d'eau du Centre de Katiola, dossier de financement, mémoire descriptif et estimatif, Groupement Ivoire-SODECI 1979
09. Projet d'adduction d'eau potable de la ville d'Odjenné, dossier de financement, SODECI 1975
10. Etude d'Avant projet pour la tranche 1982-1983 des travaux d'adduction d'eau potable de la ville d'Odjenné, Groupement Gauff Ingénierie et SAFEGE 1981
11. Alimentation en eau potable de 5 villes moyennes du Mali, dossier d'appel d'offres, Gauff Ingénierie 1984
12. Etude de l'alimentation en eau potable de la ville de Dosso, avant projet détaillé et devis estimatif, IWACO 1983
13. Etude de l'alimentation en eau potable de la ville de Dosso, rapport définitif, IWACO 1986
14. Etude complémentaire socio-économique de l'adduction d'eau potable de la ville de Kollo, SADE 1983
15. Alimentation en eau potable de la ville de Kollo, avant projet d'exécution, GKW Ingénieurs Conseils
16. Alimentation en eau potable de la ville de Kollo, rapport final, version 2, GKW Consult 1985

17. Alimentation en eau potable de 11 centres secondaires du Sénégal, étude de factibilité, IGIP 1982
18. Alimentation en eau potable de 11 centres secondaires du Sénégal, rapport final, IGIP 1988

Données d'exploitation-gestion et autres publications

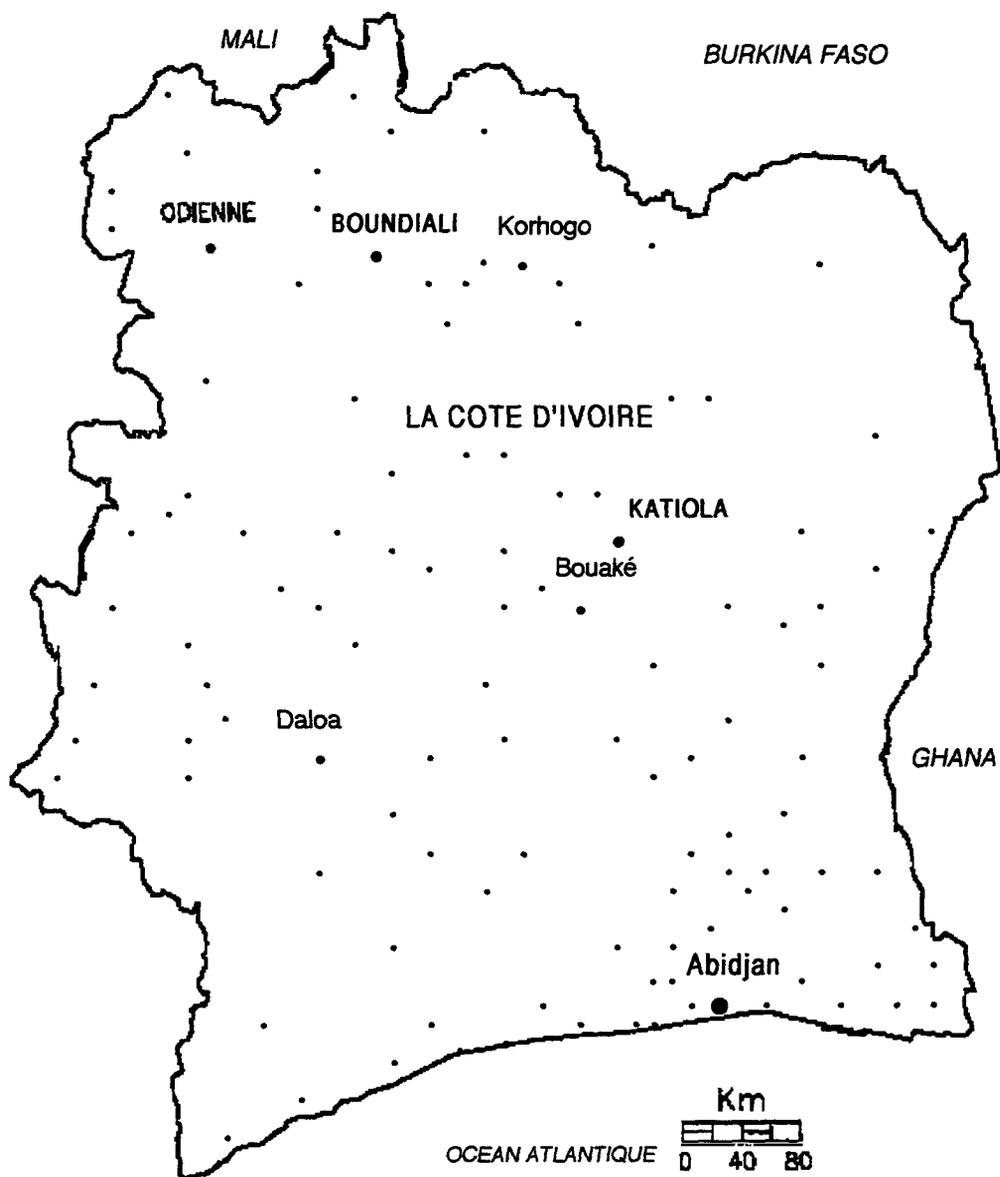
19. Notes sur un décompte des investissements réalisés à Klouekamé, tableau récapitulatif, SBEE 1987
20. Divers tableaux récapitulatifs des résultats d'exploitation-gestion du Centre de Klouekamé de 1988 à 1990 SBEE
21. Tableaux récapitulatifs des résultats d'exploitation-gestion du centre de Boundiali de 1980 à 1991 SODECI Boundiali
22. Tableaux récapitulatifs des résultats d'exploitation-gestion du centre de Katiola de 1980 à 1991 SODECI Katiola
23. Tableaux récapitulatifs des résultats d'exploitation-gestion du centre d'Odjenné de 1980 à 1991 SODECI Odjenné
24. Diverses notes sur des résultats d'exploitation-gestion du Centre de Bougouni de 1980 à 1991 EDM
25. Rapports annuels de l'Exploitation de Dosso de 1982 à 1991
26. Rapports annuels des secteurs et centres secondaires de "l'Exploitation" de Niamey (pour Kollo) de 1986 à 1991 SNE, Exploitation de Niamey
27. Rapports annuels d'exploitation de la Direction d'exploitation régionale de Diourbel (Sénégal) de 1981 à 1990 SONEES
28. Rapports annuels d'exploitation de la Direction d'exploitation régionale de Kaolack (Sénégal) de 1981 à 1990 SONEES

Annexe I Carte du Benin



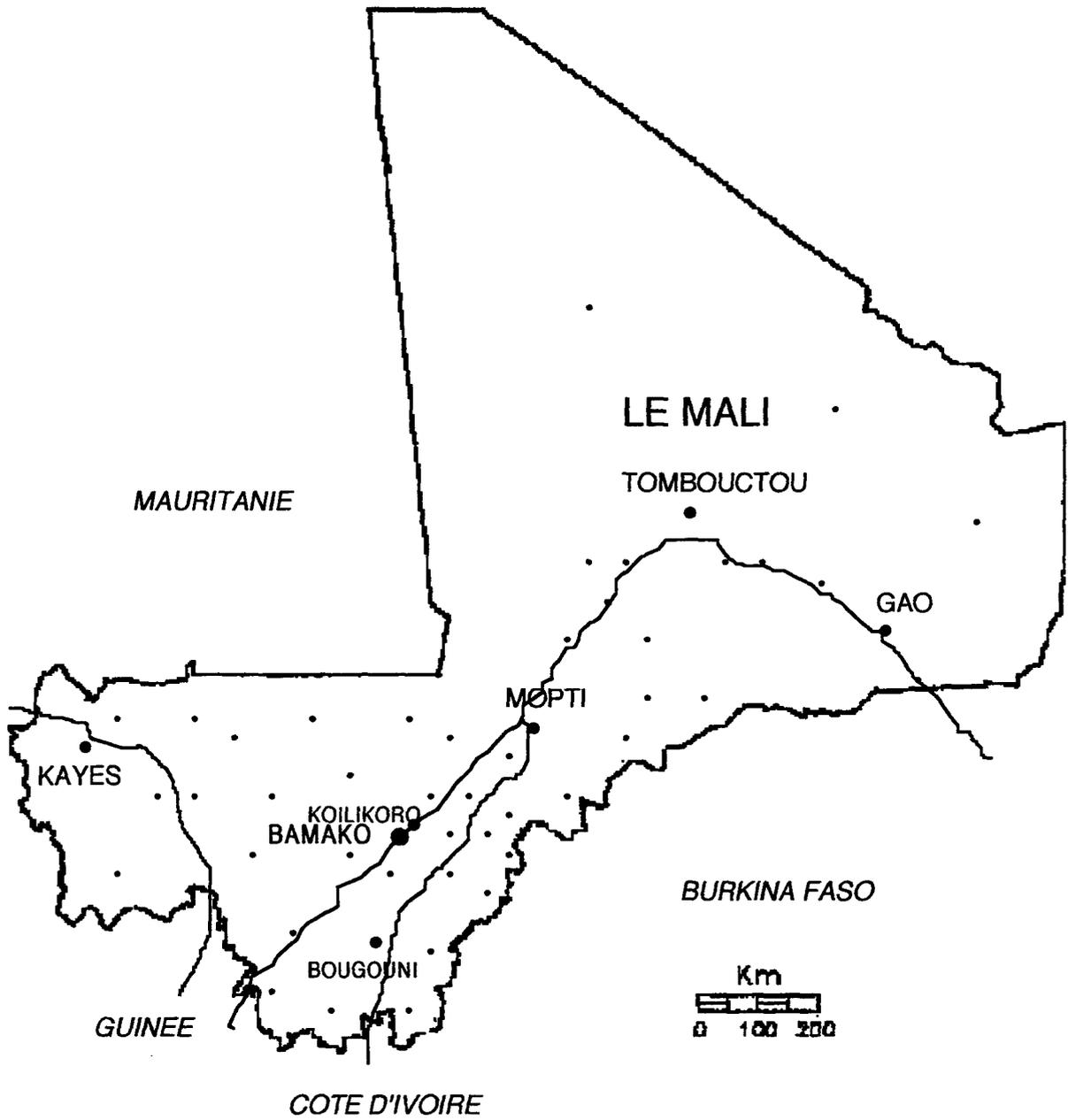
• Centre urbain

Annexe II Carte de la Côte d'Ivoire



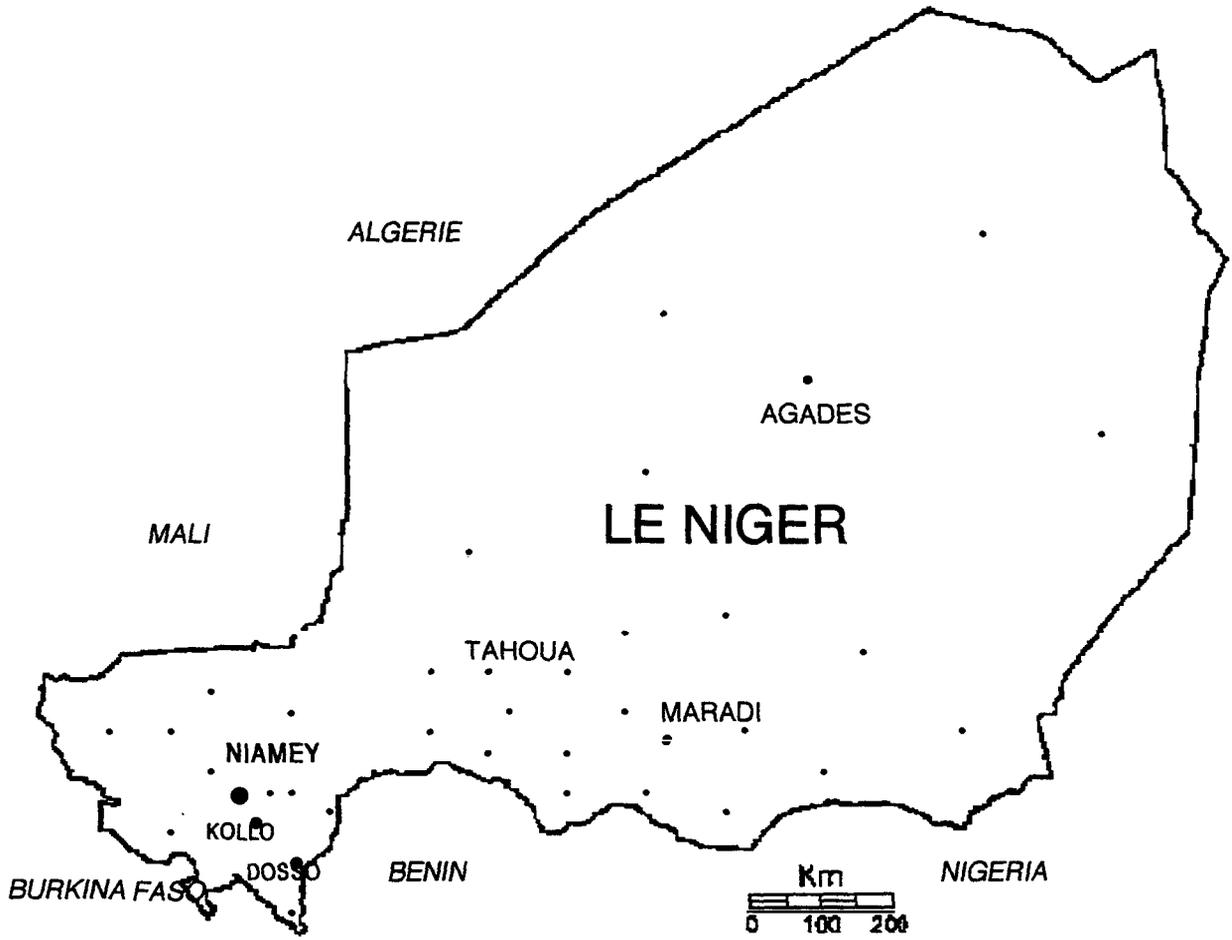
• Centre urbain

Annexe III Carte du Mali



•Centre urbain

Annexe IV Carte du Niger



• Centre urbain

Annexe V Carte du Sénégal

