



### 4.3 Etude des ressources en eau de la Direction de l'Hydraulique et Alimentation en Eau des villages

#### 4.3.1 Teneur du projet

(1) Organisation

Comme indiqué plus haut, en Mauritanie, le développement des ressources en eau et l'alimentation en eau sont sous la tutelle du Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie, dont la Figure 4.3-1 donne l'organigramme. La Direction de l'Hydraulique et la Brigade régionale de l'Hydraulique sont plus directement chargées de l'eau

La Brigade régionale de l'Hydraulique dispose de 9 bureaux dans le pays, qui s'occupent de la construction, de l'exploitation et la gestion des forages-puits. La Direction de l'Hydraulique, qui sera l'organisme de contrepartie pour le projet, dont la Figure 4.3-2 donne l'organigramme, s'occupe de l'établissement de la politique sur les ressources en eau, des études des ressources en eau/projet d'alimentation pour les zones urbaines et rurales, de la construction de forages et de la supervision de la SONELEC.

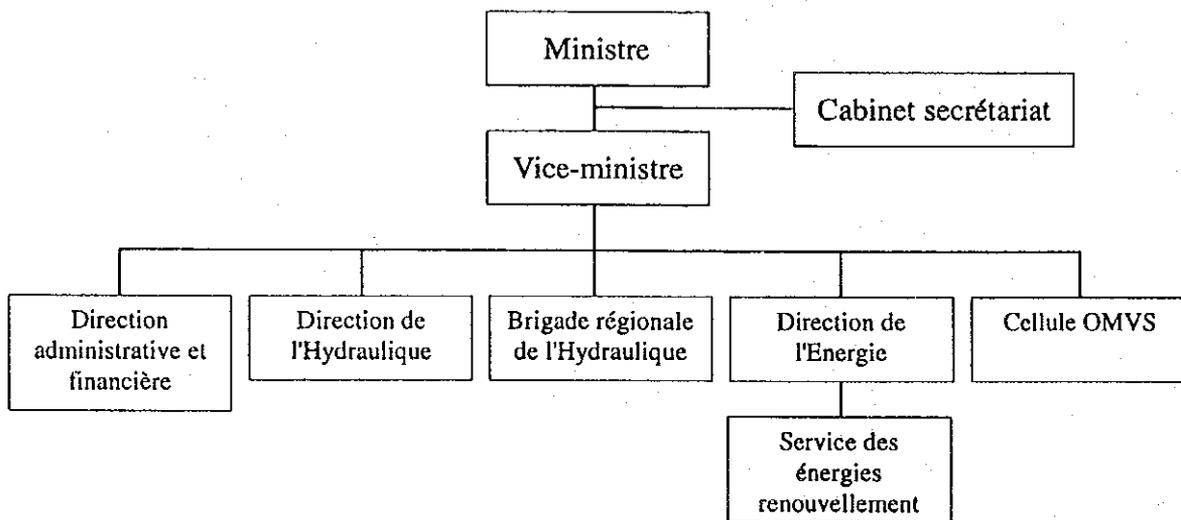


Figure 4.3-1 Organigramme du Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie

(2) Activités

Conformément à la politique de l'eau définie dans le Plan de restructuration économique et financier (PREF 1985) et le Programme de développement général de

l'économie (PCR 1989). La Direction de l'Hydraulique s'occupe de la construction d'installations d'alimentation en eau urbaines et rurales, et des études sur les ressources, y compris les prospections physiques. L'utilisation du fleuve Sénégal, le seul fleuve ayant de l'eau toute l'année, est partagée par 3 pays, et la direction spécialisée du ministère participe à la Cellule OMVS. La Direction de l'Hydraulique s'occupe principalement de l'exploitation des eaux souterraines pour l'alimentation en eau pour les besoins ordinaires des hommes/animaux. Par ailleurs, l'utilisation des eaux de surface des oueds pendant la saison humide, qui se limite encore actuellement à l'agriculture, est placée du Ministère du Développement régional.

La Direction de l'Hydraulique a établi en 1984 un Plan de construction de forages pour l'alimentation en eau dans tout le pays, et assure le développement sur cette base. Le Tableau 4.3-1 donne un aperçu de ce plan qui indique la nécessité de 7.053 forages dans tout le pays. A la fin 1996, 3.370 forages étaient achevés, ce qui correspond à 47,8%. Si l'on considère le fait que 752 forages ont été construits en 6 ans à partir de 1990, on peut penser que les 313 forages à construire dans les années à venir pour achever un total de 3.683 forages en 2000, soit 50% du total prévu, pourront être réalisés.

Tableau 4.3.1 Plan de construction de forages d'hydraulique rural

Région	Nombre de forages de village nécessaires (unités)			Nombre de forages nécessaires pour les nomades	Nombre de forages nécessaires pour les grandes agglomérations	Nombre total de forages nécessaires	Nombre de forages achevés	Taux d'achèvement (%)	Nombre de forages à construire pour réaliser le nombre prévu pour l'an 2000
	Petits villages	Villages moyens	Nomades						
TRARZA	179	361	300	302	3	1,145	434	38	711
INCHIRI	5	7	22	19	---	53	37	70	16
BRACKNA	140	360	140	207	5	852	239	28	613
TAGANT	34	110	120	266	3	533	157	29	376
GORGOL	229	436	46	176	12	899	145	16	754
GUIDIMAKA	153	259	25	176	8	621	332	53	289
ASSABA	236	284	120	176	5	821	450	55	371
HODH GHARBI	202	180	180	302	3	867	257	30	610
HODH CHARKHI	204	210	245	302	5	966	375	39	591
ADRAR	58	78	50	38	3	227	105	46	122
TIRIS	3	9	2	18	3	35	55	(157)	0
NOUAHIBOU	10	6	---	18	---	34	32	94	2
Total	1,453	2,300	1,250	2,000	50	7,053	2,618	37	4,415

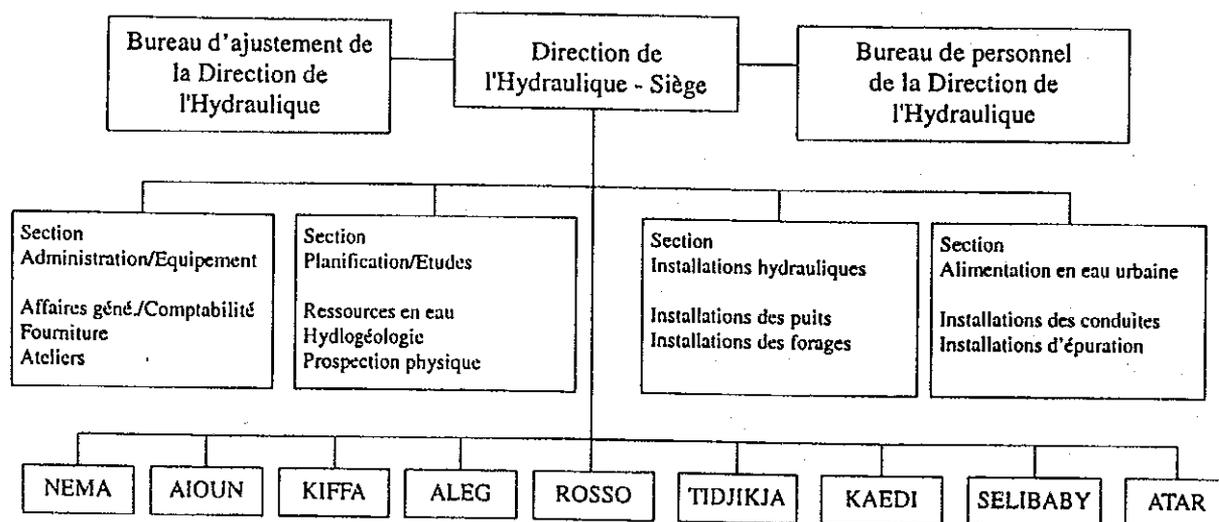


Figure 4.3-2 Organigramme de la Direction de l'Hydraulique, Ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie

La construction des forages dans le Plan de construction de forages d'hydraulique rurale a d'abord principalement commencé par la région Nord très touchée par les sécheresses, mais s'est par la suite réorientée essentiellement vers le Sud avec la sédentarisation brutale des nomades dans les villes, en particulier Nouakchott, Kiffa et Néma.

Ces développements dans le Sud ont été assurés avec l'aide du Japon et de l'Allemagne et, le Japon concentrant ses efforts sur les régions de Trarza et Brakna dans le Centre-Sud et l'Allemagne sur les régions de l'Assaba, de Hodh el Gharbi et de Hodh ech Chargui plus à l'Est. De plus, l'exécution d'un nouveau projet de développement dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable du Japon centré sur la partie Nord du fleuve Sénégal a été décidée pour l'éradication du ver de Guinée.

### (3) Budget de la Direction de l'Hydraulique

Le budget de l'exercice 97 (exercice comptable : janvier-décembre) du Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie a été de 130 millions de yens. (Voir l'évolution du budget 1993-97 sur le Tableau 4.3-2.) Comme le montre le Tableau 4.3-3, ce budget est uniquement le budget de fonctionnement de toutes les directions et n'inclut pas le budget prévu pour les activités. Le budget de fonctionnement de la Direction de l'Hydraulique est de 84 millions de yens. Ce budget est largement plus élevé que celui de la Direction de l'Energie, l'autre grande direction du ministère, mais alors que la Direction de l'Hydraulique est active dans tout le pays, la Direction de l'Energie est active principalement dans les zones urbaines, et comme elle dispose de 3 régies sous sa tutelles: SONEGAZ, Société Nationale de Raffinerie de Pétrole et Société Nationale de Vente de Pétrole, et ne s'occupe que des propositions et de l'exécution de la politique de base.

Comme l'indique le Tableau 4.3-4, la décomposition du budget de la Direction de l'Hydraulique se fait en 15% de frais de personnel et 60% frais généraux administratifs, le reste étant les frais de maintenance des véhicules et équipements. L'élément principal des frais généraux administratifs est le versement d'honoraires divers.

Par ailleurs, en Mauritanie, le budget d'activité des différents ministères et agences est géré en bloc sous forme de fonds de soutien par le Premier Ministre, et la teneur des activités n'est pas définie en début d'exercice. La Direction de l'Hydraulique établit préalablement un plan d'activités, mais l'exécution ou non de chaque projet demandé se fait en tenant compte de l'exécution de l'aide des pays étrangers. En 1996 et 1997, le montant accordé à la Direction de l'Hydraulique principalement pour la construction de forages a été respectivement de 36 et 23 millions UM.

Tableau 4.3-2 Evolution du budget du Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie (1993-1997)

Unité : 1000UM					
Exercice	1993	1994	1995	1996	1997
Budget du Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie	118,207	133,231	130,961	144,661	156,418

Le taux de change en yen dans le texte est de 1 US\$ = 160 UM = 130 yens, 1 UM = 0,81 yens

Tableau 4.3-3 Décomposition du budget du Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie

Unité: UM		
Chap-1	Cabinet Secrétariat	14,813,000
Chap-2	Direction de l'Hydraulique	103,626,000
Chap-3	Brigades Régionales de l'Hydraulique	26,802,000
Chap-4	Direction de l'Energie	3,504,000
Chap-5	Service des Energies Renouveaulement	530,000
Chap-6	Cellule OMVS	6,378,000
Chap-7	Direction Administrative et Financière	765,000
	TOTAL	156,418,000

Tableau 4.3-4 Décomposition du budget de la Direction de l'Hydraulique (exercice 1997)

Unité: UM		
Chap-2	Direction de l'Hydraulique	103,626,000
Art. 7	Allocations Traitements Soldes	4,533,000
Art. 8	Cotisations Pensions Prestations	9,757,000
Art. 9	Fourn Biens Consommables	10,084,000
Art.10	Déplacement Administrative Gales	60,361,000
Art.11	Entretien Moyens Fonctionnaires Civiles	18,891,000

#### 4.3.2 Exemple de la Privatisation de l'Alimentation d'eau du Village de Guérou dans la Banlieue de Kiffa

Conformément à la politique de privatisation du gouvernement, la Direction de l'Hydraulique confie la gestion et la maintenance du service à un privé après le développement de la construction des installations d'alimentation de l'eau.

Dans la procédure actuelle, la Direction de l'Hydraulique lance un appel aux candidats à la gestion et la maintenance après l'accomplissement des installations, et signe un contrat avec le

concessionnaire retenu. Le concessionnaire vend l'eau au village au prix unitaire défini dans le contrat et transfère l'argent pour la maintenance, le fonds de renouvellement et les taxes municipales au compte bancaire désigné, suivant le volume de l'eau vendu qui est aussi clairement défini dans le contrat. La balance entre le revenu et le paiement est le bénéfice du concessionnaire. Suivant la loi, les deux premiers fonds doivent être utilisés seulement pour la maintenance et les travaux de renouvellement des installations concernées.

«Les Instructions Générales Pour les Services Confiés» accompagnant le contrat unifié à tous les projets dans le pays établi par la Direction de l'Hydraulique définissent de façon détaillée la gestion, les opérations, le service de maintenance à faire.

A Guérrou, un village situé à 50 km de Kiffa, l'alimentation en eau est confié a une compagnie privée, et récemment la Direction de l'Hydraulique a effectué sa première inspection périodique. Cet exemple peut donner un aperçu de la situation.

#### Le Village de Guérrou

Localisation:	50 km de Kiffa sur la route de Nouakchott.	
Construction:	Financée par la Banque Africaine de Développement et achevée en Octobre 1995.	
Village:	Nombre de ménages avoisinant 500, et population approximative de 3.000. Ecole primaire.	
Installation:	Forage, pompe d'Exhaure/ Château d'eau (Hauteur de 6 mètres, capacité de 15 m <sup>3</sup> ), 4 bornes fontaines, Connexion des maisons, et un Groupe électrogène de secours	
Contrat:	Un Concessionnaire, M. Mohamed El Mustapha O. Mohamed Lemine basée à Kiffa, contrat avec la Direction de l'Hydraulique.	
Teneur du contrat:	Prix de l'eau à une borne fontaine:	90 UM/m <sup>3</sup>
	Prix de l'eau pour une maison connectée:	68 UMm <sup>3</sup>
	Taxe municipale:	5 UM/m <sup>3</sup>
	Fonds pour la maintenance:	16 UM/m <sup>3</sup>
	Fonds de renouvellement:	11,2 UM/m <sup>3</sup>
	Cauton de Performance:	50.000 UM
Les Services:	Les bornes fontaines sont verrouillées, elles sont ouvertes sur la	

demande des villageois et l'eau est vendue par l'Opérateur le plus proche (4 agents du concessionnaire). Selon les rapports de la Direction de l'Hydraulique en 1997, les ventes d'eau en Avril et Mai ont été respectivement 3.407 m<sup>3</sup> et 3.952 m<sup>3</sup>, y compris les ventes pour le maraîchage.

Dans l'année, le mois de juin est le plus chaud, mais comme les nomades partent vers le Fleuve Sénégal au Sud avec leurs troupeaux, la consommation d'eau du village est faible. La consommation augmente en octobre avec leur retour.

#### 4.3.3 Les Forage Equipés d'un Système de Pompage Solaire

La Direction de l'Hydraulique promeut les systèmes d'alimentation avec tuyau avec une citerne élevée et des bornes fontaines dans les villages à populations relativement importante (environ 500 habitants). Dans ce cas, le système solaire a beaucoup d'avantage, et les constructions financées par le FED (Fonds de Développement Européen) sont actuellement en Phase 7. Il en existe 3 à Kiffa, dont les détails d'utilisation sont comme suit. Elles utilisent efficacement l'énergie solaire: elles fonctionnent le jour seulement, avec une citerne élevée pour le service de nuit, la maintenance du système est inutile etc. Le taux de fonctionnement est élevé en utilisant efficacement l'énergie solaire sans avoir à se préoccuper de l'approvisionnement en carburant, à cause du mauvais état des routes. Mais l'expérience montre qu'une fois qu'une installation a un problème, il est difficile de les réparer à cause du niveau technologique local et de leur montage sophistiqué. Et un système de soutien spécial nécessaire doit être mis en place.

##### (1) Le Village de Hassi Bekaye

- Localisation: A 7 km de Kiffa en allant vers Aiuon sur la Route de l'Espoir No.3 et à 1 km au Sud de la route
- Financement: Forage construit et financé par la Banque Africaine de Développement. Citerne élevée, système solaire, pompe, canalisations financés par le FED. Projet solaire régional (Phases 6 et 7) achevé et mis en service le 3 Mars 1997
- Village: Nombre de ménages avoisinant 500, et population approximative de 3.000. Ecole primaire. 1.002 personnes (plus de 18 ans) ont voté à l'élection présidentielle du 9 décembre.

Installation: Forage, Château d'eau (Hauteur de 6 mètres, capacité de 15 m<sup>3</sup>), 4 bornes fontaines, Système Solaire (28 panneaux solaires Siemens, Allemagne)  
Spécifications d'un panneau.  
Wp: 50  
V: 21,5  
A: 3,1  
Max V: 600

Services: Un concessionnaire, travaillant sur contrat avec la Direction de l'Hydraulique. Prix de vente fixe de 20 UM/200 l. Le concessionnaire, originaire du village, universitaire (Licence de lettres, Université de Mauritanie), a été désigné parce qu'il était sans emploi.

## (2) Le Village de Kandra

Localisation: 18 km de Kiffa sur l'axe de Nouakchott de la Route de l'espoir,  
Financement: Construction du forage par la Banque Africaine de Développement, puis installation du Château d'eau, du système solaire, de la pompe, des canalisations (compteur d'eau) financée par le FED dans le cadre du Projet solaire régional (Phases 6 et 7). Achevé et mis en service en février 1997.

Village: Les ménages approximativement 200, une population approximative de 1,200. Les maisons sont grandes et ils semblent que les habitants sont riches. Il y a une école.

Installation: Forage (niveau d'eau 12 m, teneur en sel élevée, beaucoup de villageois ne l'utilisent pas), citerne élevée (3,1 m au-dessus du sol, capacité de 30 m<sup>3</sup>), 4 bornes fontaines, système solaire (28 panneaux solaires de Siemens (Allemagne)). Deux panneaux en panne n'ont pas été remplacés. Mais l'énergie de fonctionnement semble suffisante. Des canalisations de connexion de maison ont été mises en place pour 10 maisons cette année.

Service: Un concessionnaire sous contrat avec la Direction de l'Hydraulique, prix de vente fixé à 20 UM/200 l (bornes fontaines), 85 UM/m<sup>3</sup> (maisons connectées). Concessionnaire: Ahmed Ould Mohamed Mahmoud

(3) Le Village d'Aghorat:

Localisation: 50 km de Kiffa sur l'axe d'Aioun. Le long de la route. Ne fait pas partie de la zone administrative de Kiffa.

Ménages: 600

Population: 4.000 habitants

Service: Le forage est construit sous financement de la Banque Africaine de Développement. Un Château d'eau à panneaux, le système d'énergie solaire, la pompe, et les canalisations ont été construits par le FED. Mais l'équipement de production électrique en panne a été remplacé par une motopompe. 3 bornes publiques, des connexions de maisons.

## 4.4 Services de la Société Nationale des Eaux et de l'Electricité (SONELEC)

### 4.4.1 Les Grandes Lignes des Services

#### (1) Echelle de l'Alimentation en Eau de la SONELEC

La SONELEC assure l'alimentation en eau de 9 villes urbanisées à population relativement importante : Nouakchott, Aiuon, El Atrouss, Nouadhibou, Atar, Rosso, Akjoujett, Boutilimitt, Aleg et Mederdra. Le Tableau 4.4-1 montre l'échelle de l'alimentation en eau de la SONELEC.

Tableau 4.4-1 Alimentation en Eau de la SONELEC

Populations (9 Villes)	881.000 personnes
Nombre d'habitants desservis en eau (Branchement Individuel)	300.000 personnes
Taux d'utilisation	34 %
Nombres de Bornes fontaines	176
Capacités maximum de Production	53.200 m <sup>3</sup> / par jour
Volume moyen de Production d'eau	43.000 m <sup>3</sup> / par jour
Volume pointe	48.400 m <sup>3</sup> / par jour
Volume Facture	41.200 m <sup>3</sup> /par jour
Nombre de Personnel	261 Effectif

Note: L'effectif est donné par l'addition du nombre des permanents du service des eaux à celui du service de gestion commun.

La SONELEC est une société publique qui construit des installations hydrauliques avec l'aide des organismes d'aide internationaux et des subventions gouvernementales. Elle ne construit pas seulement les installations d'amenée et de distribution d'eau, mais aussi les installations de distribution, y compris les ramifications des canalisations de distribution vers les maisons (compteurs d'eau compris).

#### (2) Organisation

Les Figures 4.4-1 et 4.4-2 donnent respectivement l'organigramme et le système de maintenance des installations de la SONELEC.

La SONELEC compte un effectif total de 892 personnes, dont 116 pour l'hydraulique

(spécialistes du secteur hydraulique), 345 pour l'électricité (spécialistes du secteur électricité) et 431 personnes s'occupant de la gestion des deux secteurs (hydraulique et électricité). L'effectif du siège et du bureau SONELEC de Nouakchott est de 598 personnes, les 294 personnes restantes travaillant dans les autres bureaux régionaux de la SONELEC.

153 de l'ensemble de l'effectif s'occupent de la maintenance. Dans les installations hydrauliques, le secteur technique électricité assure la maintenance de l'électricité comme les pompes de distribution, et la section technique adduction d'eau/égouts de la maintenance des canalisations de distribution. De plus, le secteur technique électricité ci-dessus effectue des tournées et les réparations autres que sur les réseaux de distribution dans les villes régionales.



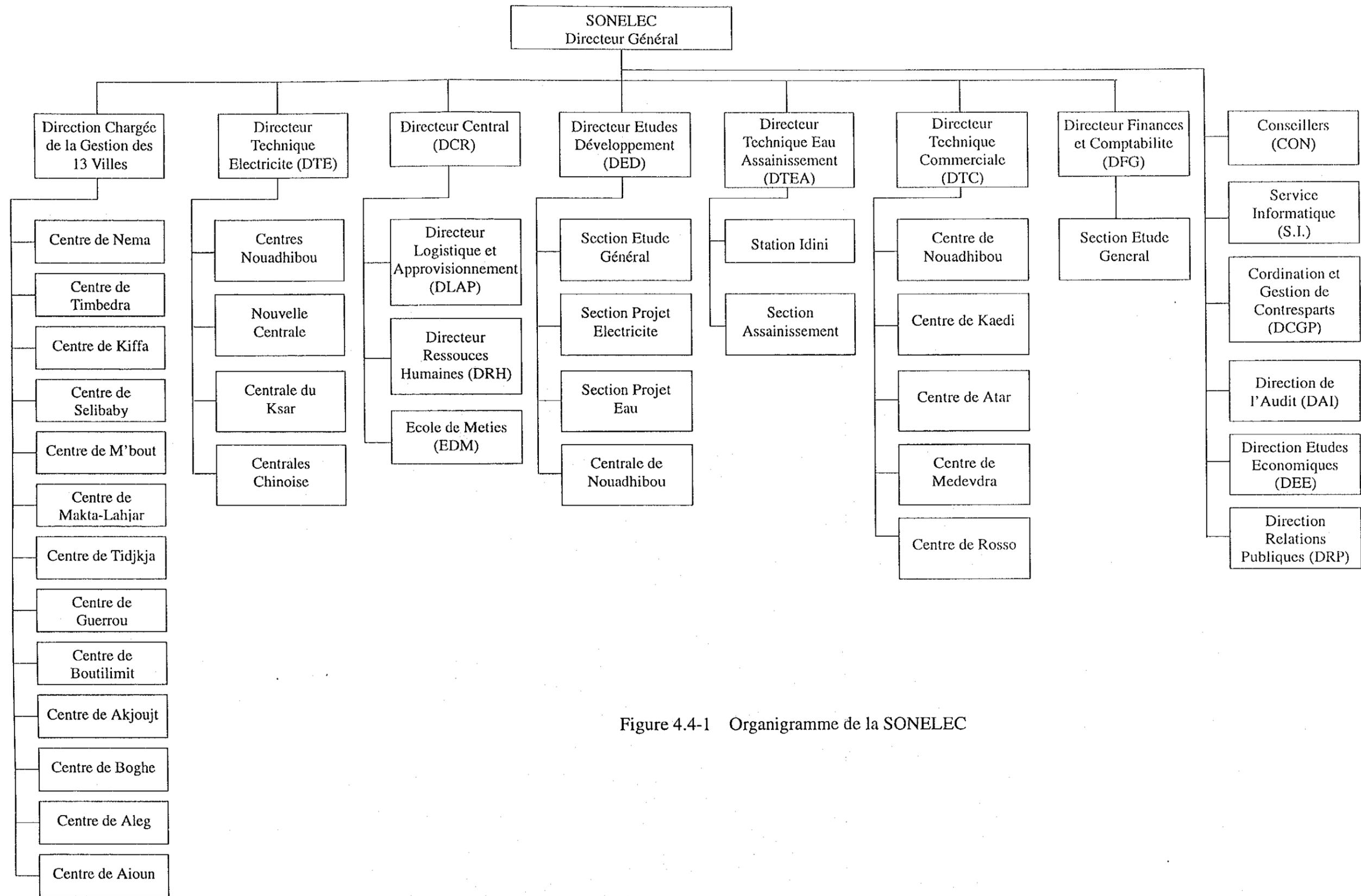


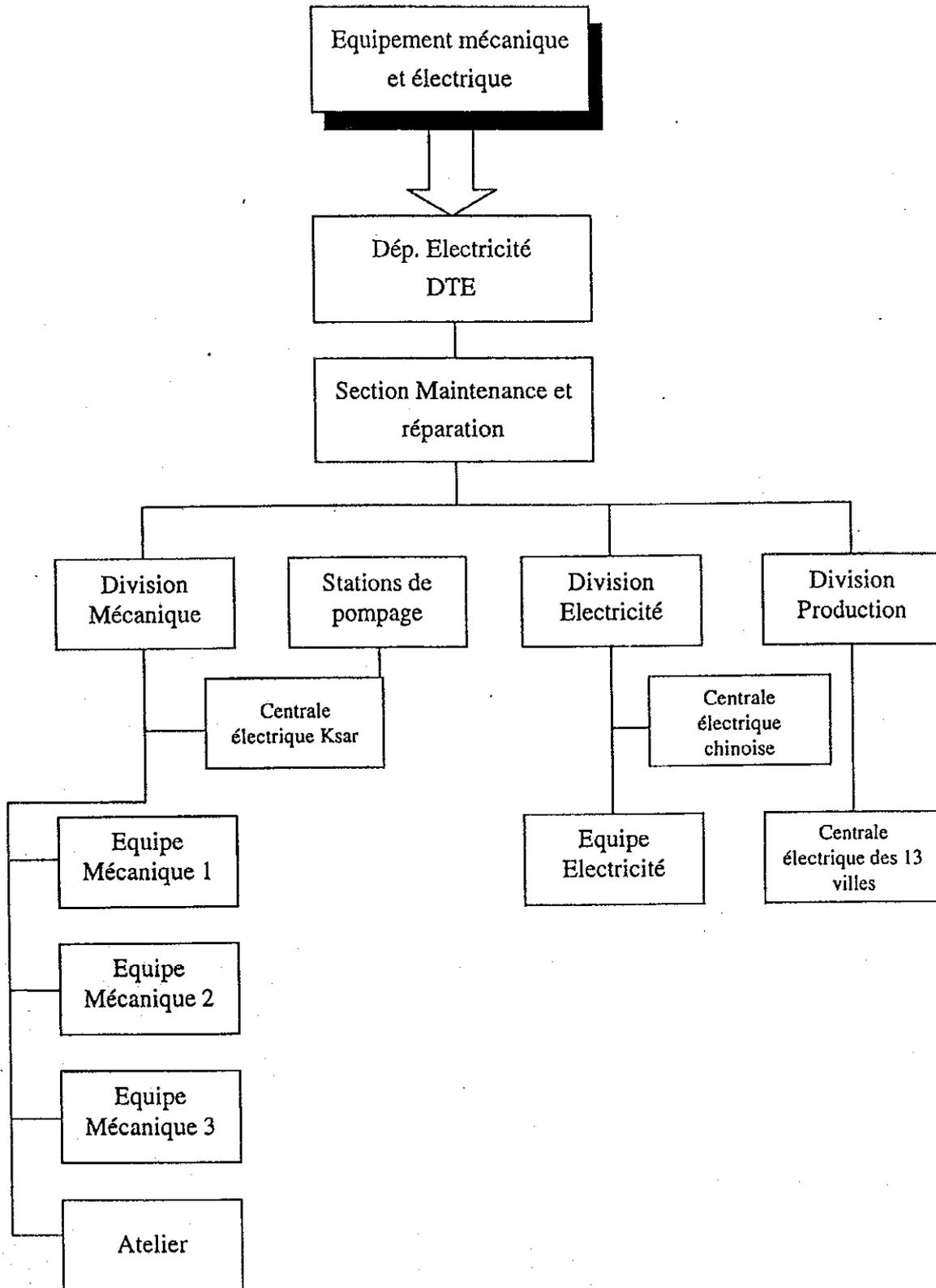
Figure 4.4-1 Organigramme de la SONELEC



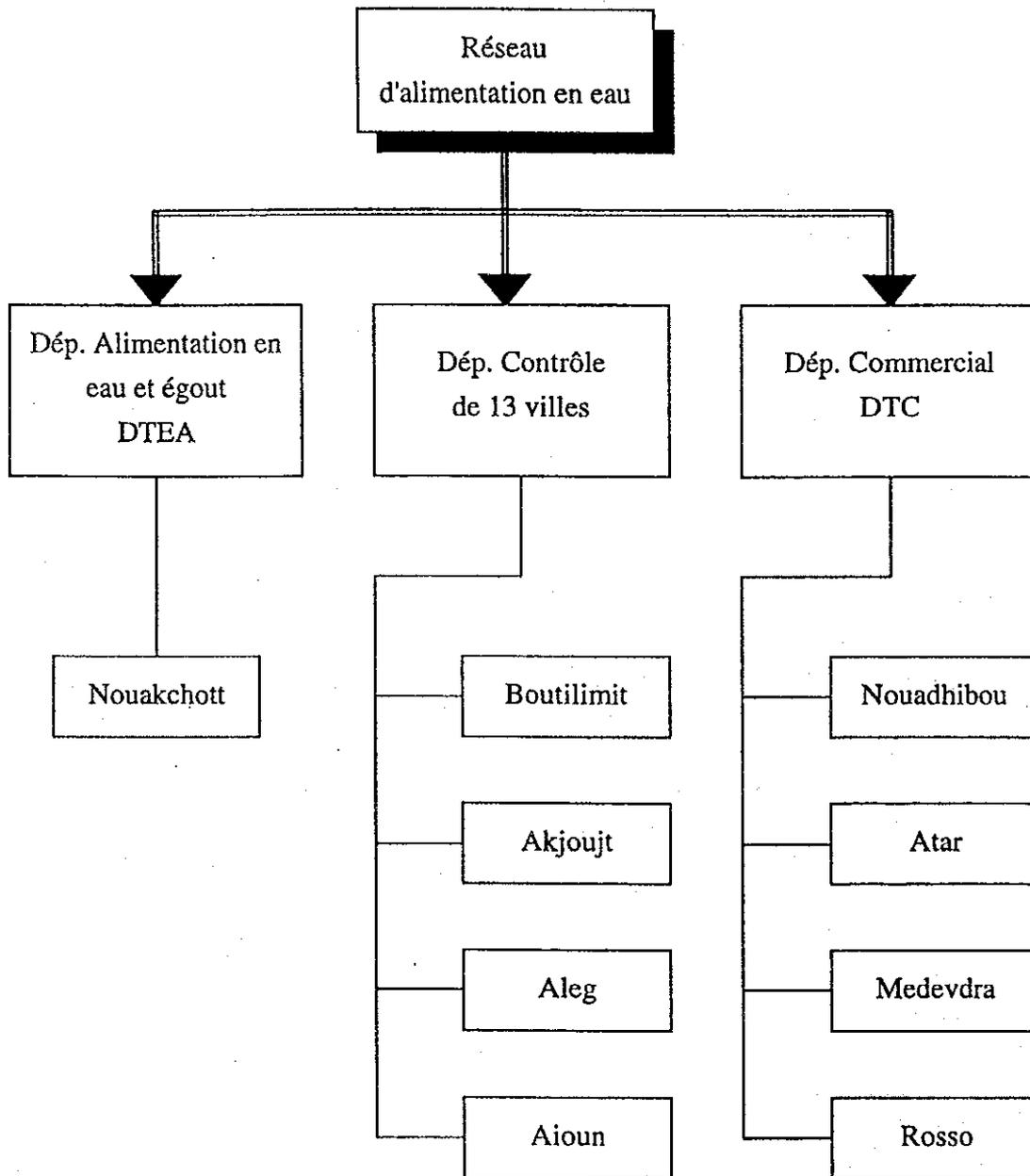




Figures 4.4-2 Système de maintenance et de gestion de la SONELEC pour l'hydraulique (1)



Figures 4.4-2 Système de maintenance et de gestion de la SONELEC pour l'hydraulique (2)



(3) Collecte des Frais d'Eau

1) Tarif de l'eau

Le tarif de l'eau actuel est indiqué dans le Tableau 4.4-2. Ce tarif est uniformément appliqué dans toutes les villes de Mauritanie. Les éléments du tarif sont définis comme il suit:

- ① Le tarif est subdivisé en usage domestique, bornes fontaine, industrie/ artisanat/ commerce et organismes gouvernementaux.
- ② Le tarif pour l'usage domestique est établi de sorte que plus le consommateur utilise d'eau, plus le tarif augmente.
- ③ Le tarif public ( industriel/ artisanal/ commercial et les organismes gouvernementaux) est le même quelle que soit la consommation
- ④ La caution versée à la conclusion du contrat (remboursée à la résiliation) augmente avec le diamètre de la canalisation. La caution est utilisée pour les travaux de prolongement de canalisations, de connexion effectués par la SONELEC en tant que prêt TRF.
- ⑤ La redevance mensuelle est de 196 UM.
- ⑥ Une taxe de 4% est ajoutée aux frais d'eau à régler par les utilisateurs.

Tableau 4.4-2 Tarifs de l'Eau de la SONELEC

Code No.	Code tarif commun		Prix (UM/m <sup>3</sup> )	Avances sur consommations (calibre des compteurs en mm) (UM)							Redevance par mois (UM/	
				15 - 20mm	26 - 32mm	40 mm	50 - 60mm	80 mm	100 mm	150 mm		200 mm
0120	Domestique	0 - 10m <sup>3</sup> /mois	77.91	8,450	25,346	47,631	202,762	270,350	337,937	506,905	675,874	196
		11 - 30m <sup>3</sup> /mois	154.35									
		31m <sup>3</sup> /mois et plus	194.02									
1110	Bornes fontaines		77.91	8,450	25,346	47,631	202,762	270,350	337,937	506,905	675,874	
2220	Industrie, artisanat et commerce		161.70	8,450	25,346	47,631	202,762	270,350	337,937	506,905	675,874	
4440	Administration		161.70	0	0	0	0	0	0	0	0	
Egouts	Frais d'égouts (UM/m <sup>3</sup> )	Pour 1m <sup>3</sup> d'eau	14.73									
	Eau épurée (UM/m <sup>3</sup> )	Maraichers	45.68									

2) Méthode de collecte

La SONELEC réalise le service d'alimentation en électricité et d'alimentation en eau. Le taux de collecte des frais d'eau est très variable selon les villes: élevé à Nouakchott avec 92%, faible à Aïoun avec 60%. Une des raisons de ce chiffre pour Aïoun est que les frais

d'eau ne sont pas collectés auprès des organismes gouvernementaux. Voici un aperçu des méthodes de collecte des frais d'eau.

- ① Le paiement des frais d'eau est demandé en présentant simultanément la facture d'électricité.
- ② La facture est directement déposée par le personnel de la SONELEC.
- ③ Les consommateurs payent leurs frais d'eau aux centres SONELEC de Nouakchott (8 centres). Dans les autres villes, ils paient au service de collecte des frais d'eau du bureau de la SONELEC.

(4) Gestion du Service d'alimentation en eau

Le Tableau 4.4-3 indique le bilan financier de l'alimentation en eau de la SONELEC. Ainsi, depuis 3 ans, le bilan est positif, et la gestion financière de l'alimentation en eau semble être satisfaisante.

Tableau 4.4-3 Bilan financier de l'alimentation en eau de la SONELEC

(Unité: UM)

Item		Année fiscale	1994	1995	1996
Gain	Recette de frais d'eau		1,466,097,590	1,285,190,888	1,480,334,307
	Autre recettes		68,195,084	345,697,121	257,311,077
	Total		1,534,292,674	1,630,888,009	1,737,645,384
Dépense	Frais pour l'exploitation	Frais de main d'oeuvre	236,449,743	158,163,883	135,472,704
		Frais de produit de traitement (stérilisation)			
		Frais d'énergie (carburant, électricité, etc.)	300,472,952	219,209,497	273,218,375
		Frais de réparation	150,404,463	133,686,326	130,274,100
		Frais d'amortissement	550,044,240	675,063,281	535,855,904
		Autres			
		Sous-total	1,237,371,398	1,186,122,987	1,074,821,083
	Frais sans l'exploitation	Paiement d'intérêts	85,598,157	104,411,845	71,283,052
		Autres	60,118,825	182,947,444	313,239,556
		Sous-total	145,716,982	287,359,289	384,522,608
	Total		1,383,088,380	1,473,482,276	1,459,343,691
	Gain net ou déficit		151,204,294	157,405,733	278,301,693

## Chapitre 5 Environnement et Hygiène

### 5.1 Système Institutionnel Concernant l'Environnement et l'Hygiène

#### 5.1.1 Loi Fondamentale de l'Environnement

En République Islamique de Mauritanie, le Ministère du Développement Rural et de l'Environnement est chargé de l'élaboration de la loi fondamentale de l'environnement. L'équipe composée entre autre de professeurs à la Faculté de Droit de l'Université a rédigé un premier rapport sur le projet de la loi fondamentale de l'environnement en juin 1997, l'a modifié sur la base des commentaires formulés par les différents organismes en septembre 1997 et a soumis ledit rapport finalisé à l'assemblée Nationale. Après avoir subi les différentes délibérations au sein de l'assemblée Nationale, la loi fondamentale de l'environnement de la Mauritanie sera adopté dans un proche futur.

Le projet de la loi fondamentale de l'environnement comportant 103 articles est constitué de ce qui suit:

#### Titre I Dispositions générales

1. Définition, objet
2. Principes fondamentaux

#### Titre II De la gestion de la politique nationale de l'environnement

1. Des organes de gestion
2. Des outils de gestion
  - (1) Du plan national d'actions pour l'environnement
  - (2) De l'Etude d'Impact sur l'Environnement
  - (3) Du fonds d'intervention pour l'environnement

#### Titre III De la protection des ressources et du milieu naturels

1. Protection de l'atmosphère
2. Protection de l'eau
3. La protection du sol et du sous-sol
4. Dispositions communes

#### Titre IV De la lutte contre les nuisances et dégradations diverses de l'environnement

1. Installations classées pour la protection de l'environnement
2. Des déchets
3. Bruits et vibrations
4. Odeurs, poussières et lumières incommodes

5. Dégradations de l'esthétique environnementale

6. De la protection des sites et monuments

Titre V Dispositions pénales

Titre VI Dispositions finales

Le titre II, l'article 2, l'alinéa (2) de la loi définit l'étude des impacts sur l'environnement et les procédures d'examen et d'approbation des établissements susceptibles d'avoir des effets importants sur l'environnement. La loi porte en particulier comme éléments essentiels de l'environnement les réserves naturelles, les ressources naturelles (eau, forêt), l'écologie (érosion du sol, désertification), etc. D'autre part, le chapitre 3, l'article 2 traite la disposition relative à la prévention de la contamination de l'eau, la mise en place des installations d'évacuation des eaux usées, ainsi que l'examen de la qualité de l'eau.

### **5.1.2 Normes Environnementales**

A l'heure actuelle, il n'existe aucune norme environnementale en Mauritanie. Les personnes concernées du Ministère du Développement Rural et de l'Environnement ont déclaré qu'il faut établir les normes relatives à l'eau, à l'air, aux déchets, etc., à l'occasion de la mise en vigueur de la loi fondamentale sur l'environnement. Concernant les normes de la qualité de l'eau potable, les experts chinois du Centre National d'Hygiène (CNH) construit par la coopération chinoise dans la ville de Nouakchott, la capitale du pays ont effectués les recherches et soumis un projet de la norme de la qualité de l'eau (Tableau 5.1-1) il y a 5 ans, mais elle n'a pas été reconnue officiellement. Du fait que ledit centre est le seul établissement qui peut effectuer les analyses de la qualité de l'eau potable dans le pays, les analyses de la qualité de l'eau sont effectuées en réalité sous l'encadrement de ces experts chinois, sur la base des critères indiqués dans le Tableau 5.1-1 ci-dessous. A part les colibacilles, la plupart des rubriques dudit projet de la norme de la qualité de l'eau satisfont les critères de la qualité de l'eau potable de l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S). Aucune norme applicable n'existe concernant l'évacuation des eaux usées.

Tableau 5.1-1 Normes de l'Eau et Conditions Hygiéniques

Normes	Tolérance ou limite-plafond
Couleur	Ne pas dépasser 15 degrés, et sans autre couleur anormale
Turbidité	Ne pas dépasser 5 degrés
Odeur et saveur	sans odeur ni saveur anormales
Substances visibles à l'œil nu	Aucune
PH	6,5 - 9,0
Dureté totale (en CaO)	250 mg/l
Azote ammoniacal	0,2 mg/l
Azote de nitrite	0,02 mg/l
Azote de nitrate	10 mg/l
Chlorure	250 mg/l
Sulfate	250 mg/l
Demande chimique d'oxygène (en KMnO <sub>4</sub> )	10 mg/l
Fer	0,3 mg/l
Manganèse	0,1 mg/l
Zinc	1,0 mg/l
Cuivre	1,0 mg/l
Phénol volatile	0,002 mg/l
Détergent synthétique négativement ionisé	0,3 mg/l
Solide soluble	1000 mg/l
Fluorure	1,0 mg/l
Cyanure	0,05 mg/l
Arsenic	0,05 mg/l
Sélénium	0,01 mg/l
Cadmium	0,01 mg/l
Mercure	0,001 mg/l
Chrome hexavalent	0,05 mg/l
Plomb	0,05 mg/l
Numération totale de germes	100 germes/ml
Groupes de coliformes	3 germes/l
Chlore résiduaire libre	ne pas dépasser 0,3 mg/l après 30 minutes de contact à la sortie de station de distribution sous canalisation, ne pas dépasser 0,05 mg/l au robinet de consommation

### 5.1.3 Evaluation des impacts sur l'environnement

En décembre 1995 le Premier Ministre a promulgué la loi portant sur la mise en place du conseil national de l'environnement et du développement de la Mauritanie (No. 96/060). En vertu de ladite loi, a été mis en place le conseil national composé du Ministre du Développement Rural et de l'Environnement comme président, du Ministre de la Pêche et de l'Economie comme vice-président, et des vice-ministres de différents ministères et

secrétariats constituant le gouvernement. Le conseil national a pour rôles d'arrêter les stratégies et les politiques du pays en matière de l'environnement et d'examiner les activités de la protection, de la mise en valeur et de l'utilisation des ressources naturelles et de prendre les mesures nécessaires. En outre, sous le conseil national sont mis en place, le bureau, la commission technique et le conseil régional. La commission technique joue le premier rôle dans la concertation et la planification en matière de l'environnement entre les ministères et les organismes concernés, et assure l'encadrement technique sur l'évaluation des impacts sur l'environnement et la vérification des rapports sur l'environnement. Cependant d'après les informations obtenues auprès du Ministère du Développement Rural et de l'Environnement, le conseil national et la commission technique n'ont effectué, depuis leur mise en place, aucune de ces activités de l'évaluation des impacts sur l'environnement ni de l'examen de rapports sur l'environnement pour les projets de mise en valeur de grande importance. Il nous semble donc que même les directives relatives à l'évaluation des impacts sur l'environnement ne sont pas encore élaborées.

## **5.2 Hygiène dans la Ville de Kiffa**

### **5.2.1 Degré de Propreté de l'Eau**

La majeure partie de l'eau potable de la ville de Kiffa est captée à partir des puits situés dans le centre-ville et aux alentours. Outre les puits appartenant à la ville (source d'approvisionnement en eau des camions citernes gérés par la commune) situé le long du Wadi Khouda à 3 km au nord-ouest du centre-ville et les dizaines de puits publics (source d'approvisionnement en eau de vendeurs d'eau à charrette à âne) à l'intérieur de la commune, la présente étude a permis de recenser un total de 1.060 puits. Plus de la moitié de ces puits sont utilisés comme source d'eau potable appartenant à des particuliers. Par ailleurs, d'après une enquête verbale, 218 puits serviraient à l'alimentation en eau des vendeurs possédant des charrettes à ânes.

La qualité de l'eau des puits de la ville a fait l'objet de deux analyses, lors des première et troisième études en site, qui ont permis de mettre en évidence le degré de pollution des eaux souterraines en couche peu profonde de la commune. Comme indiqué au paragraphe 1.6 du chapitre 1, des coliformes ont été relevés dans quasiment la totalité des puits et environ la moitié des puits observés ont eu une teneur en azote de nitrate (provenant de la pollution par les urines) supérieure à la valeur-critère de l'OMS. Toutefois, la plupart des habitants de la ville utilisent l'eau de ces puits comme eau potable depuis de nombreuses années (Consulter 1.6 pour le détail de l'analyse de l'eau)

La pollution de l'eau potable ne se produit pas seulement sur les lieux de source d'eau, une pollution secondaire s'effectuant lors du transport ou dans les installations de stockage. La première mission d'étude a prélevé des échantillons d'eau dans 22 réservoirs de stockage de la ville de Kiffa et a fait l'analyse de qualité d'eau concernant le nombre de coliformes à l'aide d'un échantillonneur de marque Millibois (MC00 100 25). Les résultats de cette analyse sont présentés dans le tableau 5.2-1. La présence d'un grand nombre de coliformes dans la totalité des réservoirs de stockage montre bien l'importance du problème de la pollution secondaire de l'eau.

Par ailleurs, l'analyse rapide du nombre de coliformes effectuée avec une trousse de test sur des échantillons d'eau prélevés dans les camions-citernes de la commune et dans les charrettes à âne a montré que, si l'eau de deux des camions-citernes ne comportait pas de coliformes, celle des charrettes (analyse de 7 d'entre elles dans chaque point d'eau) présentait une valeur supérieure à 500 coliformes / mL. Un second examen des eaux des camions-citernes a été effectué avec l'échantillonneur relativement sensible mais le nombre de coliformes est resté limité de 4 à 6 par mL. L'eau des camions-citernes étant désinfectée à l'aide de Javel La Couronne, elle peut être considérée comme relativement propre.

Dans le cas de l'eau des charrettes à âne, si la désinfection à la Javel est en principe obligatoire, elle n'est effectuée par pratiquement aucun des vendeurs et les coliformes se propagent dans la caisse du transport, ce qui fait que l'eau vendue est plus polluée que l'eau puisée. Toutefois, comme le montre le tableau 5.2-1, en ce qui concerne l'eau désinfectée des camions-citernes, elle est de nouveau contaminée par les coliformes dans les réservoirs des foyers (la plupart des cas, eau des camions-citernes de la ville dans les réservoirs en béton). Et cela cause la pollution secondaire de l'eau. Pour ce faire et afin de distribuer de l'eau potable non-polluée, il sera nécessaire d'effectuer une gestion de l'eau non seulement sur la source d'eau, au moment du puisage et de la distribution mais également dans les réservoirs des foyers.

Tableau 5.2-1 Resultats de l'Analyse de la Qualite de l'Eau de Citernes

SITE NO.	TYPE DE CITERNE	TEMPERATURE DE L'EAU	pH	CONDUCTIVITE ELECTRIQUE	COLIBACILLES
		°C		µS/cm	/ml
1	CITERNE EN BETON	28,7	7,92	650	environ500
2	CITERNE EN BETON	30,9	7,49	607	environ300
3	CITERNE EN BETON	29,4	8,11	805	197
4	CITERNE EN BETON	30,5	8,26	469	environ500
5	BIDON DE 200 LITRES	30,8	7,01	1343	environ300
6	BIDON DE 200 LITRES	29,1	8,49	1190	Plus de 500
7	CITERNE EN BETON	29,6	7,38	607	186
8	CITERNE EN BETON	29,4	8,26	511	environ300
9	CITERNE EN BETON	30,8	8,08	526	214
10	BIDON DE 200 LITRES	26,3	7,73	1369	plus de 500
11	CITERNE EN BETON	28,7	7,03	619	environ500
12	CITERNE EN BETON	27,8	7,74	581	environ500
13	CITERNE EN BETON	28,4	8,33	2330	environ500
14	CITERNE EN BETON	26,8	7,85	591	240
15	CITERNE EN BETON	28,9	7,65	610	environ500
16	CITERNE EN BETON	29,8	7,84	678	environ500
17	BIDON DE 200 LITRES	27,0	7,60	789	plus de 500
18	CITERNE EN BETON	29,5	8,60	550	environ300
19	CITERNE EN BETON	31,4	8,09	547	environ500
20	BIDON DE 200 LITRES	28,9	7,89	686	plus de 500
21	CITERNE EN BETON	27,8	8,04	1121	plus de 500
22	CITERNE EN BETON	30,5	7,79	604	environ300



Figure 5.2-1 Aperçu des emplacements de prise d'eau pour les bassins d'eau

## 5.2.2 Etat d'hygiène des puits pollués par l'azote

L'étude de la qualité de l'eau effectuée au cours de la première et de la troisième études sur le terrain a révélé qu'une partie des puits de la ville était polluée par l'azote à l'acide nitrique et l'azote ammoniacal. Comme le montrent les Figure 3.3-3 et 3.3-4 du Chapitre 3, la teneur en azote à l'acide nitrique et en azote ammoniacal est surtout forte dans les zones d'habitat concentré, à savoir le centre de la ville où les activités humaines sont importantes.

Comme il n'existe aucun système d'égout à Kiffa, la pollution à l'azote n'est pas ponctuelle, mais s'étend à des zones clairement définies, et l'on peut dire que les couches d'eau souterraine sont déjà polluées dans une zone élargie.

Une étude complémentaire de l'état de l'hygiène à proximité des puits a été effectuée pour les puits à forte densité d'azote à l'acide nitrique et d'azote ammoniacal pour mettre à jour les causes de cette pollution. Les points de cette étude ont compris l'utilisation actuelle des puits, la protection du trou du puits, la présence d'excréments du bétail aux environs des puits, la distance entre les toilettes et les puits. Le Tableau 5.2-2 donne les grandes lignes des résultats de cette étude. La Figure 3.3-1 du Chapitre 3 donne la localisation de ces puits.

Tableau 5.2-2 Etat d'hygiène des puits pollués par l'azote

Code	N° du puits	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	Etat d'utilisation	Protection du trou du puits	Présence d'excréments du bétail aux environs des puits	Distance puits-toilettes	Remarques
1	87	116.0	0.11	Utilisé	Non	Dispersés	21 m	Près de route, tentes aux environs (pour hôtel), beaucoup d'utilisateurs
2	11	132.5	0.02	Utilisé	Oui	Ordinairement présents	20 m	Hors jardin, trou au niveau du sol, protégé par de vieux pneus
3	350	319.0	0.01	Utilisé	Oui	Ordinairement présents	21 m	Dans un jardin, couvercle du puits
4	360	157.0	0.14	Utilisé	Non	Ordinairement présents	13 m	Hors jardin, trou de 20 cm
5	347	1.2	4.0	Non utilisé	Non	Dispersés	17 m	Abandonné, trou au niveau du sol, la saleté pénètre facilement, eau salie de terre jaune, inutilisé tout au long de l'année
6	318	3.8	3.5	Non utilisé	Oui	Dispersés	70 m	Abandonné, trou de 40 cm, odeur de décomposition, moment d'arrêt d'utilisation inconnu
7	341	12.5	2.0	Utilisé	Oui	Ordinairement présents	16 m	Dans un jardin, trou recouvert de branchages qu'on retire pour l'utilisation, périodes d'eau propre et d'odeur de décomposition, cause inconnue
8	292	10.5	31.0	Utilisé	Non	Ordinairement présents	19 m	Dans un jardin, trou de 25 cm, à proximité d'un dépotoir, il est arrivé que des ordures pénètrent dans le puits, odeur de décomposition, eau noirâtre
9	304	7.5	2.45	Non utilisé	Non	Ordinairement présents	8 m	Abandonné, tarissement pendant la saison sèche, trou de 50 cm
10	525	8.0	2.2	Utilisé	Oui	Dispersés	17 m	Dans un jardin, margelle de 40 cm, protégé par de vieux pneus, odeur de décomposition pendant la saison sèche, cause inconnue

La répartition des densités en azote à l'acide nitrique et en azote ammoniacal a déjà été indiquée dans 3.3, chapitre 3. Les 4 puits (N° 1 à 4 du Tableau 5.2-2) dont la densité d'azote à l'acide nitrique est très élevée (plus de 100 mg/l) se concentrent à proximité de la route passant dans le centre-ville en direction Nord-Sud. On ne peut pas dire que l'état d'hygiène des puits soit bon, mais il n'est pas très différent de celui de beaucoup d'autres puits de la ville. Par exemple, le puits 350, où la densité en azote à l'acide nitrique est la plus forte, est éloigné des toilettes, est pourvu d'un trou, et aucune cause de pollution directe du puits n'a été découverte. Ce résultat laisse supposer que la source de pollution à l'azote à l'acide nitrique

n'est pas ponctuelle, mais existe sur une zone relativement large.

Par ailleurs, parmi les 6 puits à densité d'azote ammoniacal de plus de 2,0 mg/l (n° 5 à 10 dans le Tableau 5.2-2), 3 sont actuellement abandonnés, et l'on peut penser que les 3 autres actuellement utilisés ont été pollués par manque de précautions ou bien par pénétration d'éléments pollués de l'environnement dans le trou. Par exemple, la présence d'un dépotoir à proximité du puits 292, où la densité d'azote ammoniacal est la plus forte, est la cause principale de sa pollution. Et le puits 341 est recouvert de branchages pour que rien ne tombe dans le trou, disent les gens du voisinage, mais ce n'est pas une méthode adaptée. En retirant les branchages avant utilisation, il est à craindre que les polluants sur les branches tombent dans le puits. Si des excréments, des cadavres du bétail ne pénètrent pas dans le puits, il ne devrait pas y avoir d'azote ammoniacal dans l'eau souterraine. Vu ces points, on peut penser que la source d'azote ammoniacal est une pollution directe depuis la surface.

### 5.2.3 Maladies Liés à Eau

Concernant les maladies liées à eau dans la région de Kiffa, les informations ont été recueillies auprès de médecins de l'Hôpital National de Kiffa construit par la coopération chinoise. Comme exemple récent, le choléra s'est propagé dans certains villages de la région de Kiffa entre le mois d'avril et le mois de juin 1997, et 108 patients ont été hospitalisés. Selon les données relatives à l'eau potable collectées chez les familles dont les membres sont atteints de choléra, aucune d'entre elles n'approvisionne en eau par les camions citernes de la commune, et la plupart des patients utilisent les puits privés comme source d'approvisionnement en eau. Aucun traitement de désinfection n'est effectué, et la stérilisation par ébullition avant la consommation n'est effectuée que rarement. Chez les patients dudit Hôpital, les cas de l'entérite, de la dysenterie et de la diarrhée sont plus nombreux et comptent plus de 2000 cas par an.

En outre, la bilharziose compte environ 100 cas par an. L'eau stagnante (seulement en saison des pluies) et une partie des puits peuvent être la source de contagion de la bilharziose.

Dans la région de Kiffa, les maladies parasitaires intestinales sont aussi fréquentes et comptent plus de 1000 patients par an. Pour les autres maladies, les analyses du sang que ledit Hôpital a effectué ont eu pour résultat que 106 sur 250 sont atteints de la hépatite B, correspondant à un taux élevé de 41,6 %.

## 5.3 Evaluation Initiale de l'Environnement (IEE)

### 5.3.1 Situations Générales de l'Environnement dans la Ville concernée de l'Etude

#### (1) Environnement Social

La ville de Kiffa est le chef-lieu de la Région d'Assaba et est en même temps le centre administratif et commercial de cette région. Concernant la population de la ville, le chiffre précis n'est pas disponible. Toutefois, le nombre de ménages de l'ordre de 11.000, et la taille moyenne d'un ménage de 6 personnes peuvent conduire à un chiffre approximatif de l'ordre de 66.000 habitants. Les mauritaniens sont considérés comme peuple nomade, mais depuis quelques années les nomades se sont immigrés et sédentarisés dans les milieux urbains et le taux de la population exerçant le commerce ou l'agriculture est en accroissement. Dans la région de Kiffa la population totale s'accroît depuis 1977 avec un taux de croissance annuel de plus de 3%, tandis que la population nomade qui était de 17.000 en 1977 s'est réduit à 5.200 en 1988 et ne compte que moins de 3.000 en 1997, donc en décroissement rapide. Dans l'ensemble des habitants de cette région les enfants de moins de 4 ans occupent environ 20% et les enfants en âges de croissance environ 23%.

5 marchés au total y compris le marché du centre-ville constituent les centres des activités commerciales. A part ces marchés, la ville compte quelques pharmacies, boutiques, etc., Depuis l'électrification de 1990 des ateliers de fabrication de petite taille ont été créés, mais compte tenu de leur taille et leur nombre du personnel, ils ne peuvent pas être considérés comme industrie principale de la ville. La plupart des habitants vivent donc de l'agriculture et de l'élevage. Toutefois, à part certains paysans ayant leur puits pour arroser leurs terres, la plupart des paysans exerçant les cultures dans les champs à eaux pluviales, les sécheresses qui se succèdent rendent le maraîchage quasiment impossible d'où la quantité de production alimentaire est très faible. Par conséquent, le niveau de revenu des habitants est bas et de nombreuses familles se trouvent dans l'indigence. Selon l'estimation faite par le World Vision, qui est un ONG, à Kiffa, un montant de 21.000UM est nécessaire par mois pour nourrir une famille de 6 personnes, mais en réalité le revenu moyen d'une famille n'atteint que 7.000UM par mois.

En ce qui concerne l'éducation dans la région de Kiffa, les taux de scolarisation des garçons et des filles dans l'enseignement primaire se chiffrent respectivement à 53% et

à 27% dont les 18% de garçons et 4% de filles abandonnent leurs études avant de terminer l'école primaire. Ces faibles taux de scolarisation ont pour raisons que, faut de moyen, les parents ne peuvent pas acheter les manuels scolaires et le matériel didactique d'une part, et que les enfants sont obligés de travailler dès l'enfance pour compléter le revenu de la famille d'autre part. Le taux d'analphabètes enregistré en 1993 était de 70%.

En tant qu'établissement médical, on peut citer l'Hôpital National de Kiffa construit durant les années 1960 dans le centre-ville par la coopération chinoise, et trois centres de santé publiques et une clinique de maternité et pédiatre dans les milieux ruraux. Cependant ces établissements médicaux ne sont pas pourvus d'équipements médicaux convenables ni de médecins en nombre suffisant. Du fait de l'absence des équipements de transfusion sanguine et de ceux d'inhalation d'oxygène l'Hôpital National de Kiffa ne peut pas effectuer des opérations chirurgicales importantes, ni des soins d'urgences convenablement. En particulier, des accidents mortels des fœtus et des accouchés lors d'accouchements se produisent fréquemment. La Mauritanie enregistre un taux de mortalité des nourrissons élevé de 132/1000, et la ville de Kiffa ne fait pas exception. En outre de morts au moment d'accouchements, le diarrhée, la malnutrition et le paludisme occupent les premières places parmi les maladies mortelles des enfants. Il est évident que ceci est dû en grande partie à la pauvreté et aux conditions sanitaires défavorables, mais également au manque de connaissance fondamentale en matière de la santé et de l'hygiène des parents en raison de leur faible niveau d'éducation. Que les maladies soient irrémédiables ou non, dans la plupart des cas les parents ne consultent pas les médecins avant que les enfants ne tombent malades gravement.

Les conditions des installations hydrauliques sont telles qu'elles sont décrites dans le chapitre ci-dessus concernant les conditions sanitaires de la région concernée de l'étude. Dans la région aucune ouvrage d'évacuation des eaux usées n'est aménagé. Les maisons d'habitation se trouvant dans les agglomérations sont pour la plupart équipées de toilettes du type infiltration. Il s'agit de toilettes du type à fosse creusée dans le sol dans laquelle des excréta sont accumulés, à partir de laquelle des substances liquides se déshydratent naturellement au cours de leur imprégnation dans le sol. Rares sont les bâtiments équipés de toilette à chasse d'eau et la méthode de traitement est identique à celle décrite ci-dessus. Nombreuses familles n'utilisent pas de toilette et font donc leurs besoins naturels à l'extérieur. Des eaux usées domestiques de lavage et de cuisines sont arrosées sur le sol. Etant donné que le sol est couvert du sable, mêmes des eaux usées de blanchisseries en quantité importante sont toutes imprégnées dans le sous-sol en moins

de 5 mètres. Des eaux pluviales sont évacuées dans les Wadi.

Dans la ville de Kiffa les déchets ne sont ni collectés ni traités. Des déchets dégagés de ménages et de marchés sont déchargés dans et séchés naturellement dans les terrains vides. Parfois ces déchets sont brûlés dans les cours de maison. Le World Vision, un organisme O.N.G a fourni comme don aux habitants un certain nombre de charrettes à âne pour la collecte des déchets, mais du fait que l'organisation chargée de collecte n'est pas encore mise en place, ces charrettes ne sont pratiquement pas utilisées.

## (2) Environnement Naturel

La ville de Kiffa est située dans la région Sahel au sud du désert de Sahara, dans un climat aride avec une température élevée et une faible précipitation. Dans l'agglomération se trouvent les Wadi de plus de 25km y compris le Wadi Khouda, mais les cours d'eau apparaissent seulement pendant la période de pluie de juillet, août et septembre. Pendant cette saison des pluies certains terrains bas de la ville sont inondés et forment les bassins d'eau. Cette eau de bassins est utilisée parfois pour le bétail, le lavage, les bains, etc. Toutefois, étant donné que cette eau n'est pas disponible en permanence, elle ne peut pas être considérée comme s ressources hydrauliques. Le débit de la nappe phréatique de faible profondeur actuellement utilisée comme ressources hydrauliques étant variable suivant la quantité des eaux pluviales infiltrées dans le sol, la ville est confrontée par le manque de l'eau en continue. En particulier pendant la période de 1989 à 1992 la précipitation annuelle a continué à baisser de 375mm à 124mm, si bien que l'eau de puits s'est baissée ou voire tarie, entraînant le manque de l'eau très sérieux. Vers l'année 1993 la précipitation s'est redressée à un niveau moyen, mais le débit de la nappe phréatique n'est toujours pas rétabli. Comme le montre le résultat de l'analyse de la teneur en sels dans l'eau de puits effectuée dans le cadre de la présente étude, l'eau souterraine est déjà saline dans certaines zones et donc ne peut plus être utilisée comme eau potable. Etant donné l'absence des données d'observation de longue durée , il ne faut pas tirer la conclusion imprudemment, mais il est très probable que le déséquilibre du bilan hydrologique allant de la quantité des eaux pluviales infiltrées dans le sol à la quantité de l'eau évaporée et à la quantité de l'eau utilisée est la cause de la salinité de l'eau souterraine.

Dans la région concernée, pendant les saisons de vent fort, le tempête de sable se produit souvent constituant l'une des principales causes de la désertification.

La zone concernée de l'étude où la végétation est rare en raison de l'aridité et de la désertification, n'est pas un environnement favorable pour les animaux sauvages.

### (3) Pollution

Etant donné l'absence quasi total d'industrie et une faible densité démographique, le problème de la pollution n'est pas sérieux dans la zone de l'étude. Toutefois, il est à noter que le résultat de l'analyse de la qualité de l'eau de puits effectuée dans le cadre de la présente étude montre le trace de la contamination artificielle de l'eau souterraine peu profondes. Telle contamination est due certainement à l'imprégnation des eaux vannes et eaux usées, des excréments du bétail et d'autres déchets.

### 5.3.2 Evaluation Initiale de l'Environnement (IEE)

L'évaluation initiale de l'environnement (IEE) a pour objectifs 1) évaluation approximative des impacts des opérations de développement de l'eau souterraine sur l'environnement naturel et l'environnement social et 2) examen de la nécessité de l'évaluation des impacts sur l'environnement (EIA). Ces évaluations seront effectuées sur la base des «Directives de la Considération Environnementale» (Volume concernant la mise en valeur de l'eau souterraine et l'eau courante» publiées par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale.

#### (1) Matrice de l'Evaluation des Impacts sur l'Environnement

Le Tableau 5.3-1 montre la matrice des rubriques d'évaluation des impacts sur l'environnement et les facteurs exerçant les impact sur l'environnement liés à la réalisation du projet de développement de l'eau souterraine desdites Directives. Dans cette matrice 23 postes classifiés en 3 catégories, soit, l'environnement social, l'environnement naturel et la pollution, font l'objet de l'évaluation, et comme facteurs exerçant les impacts sur l'environnement, autrement dit la nature du projet, ont été considérés le forage et les installations d'approvisionnement en eau au stade de la construction et le pompage de l'eau de puits et l'approvisionnement en eau au stade de l'exploitation.

Sur la base des résultats obtenus lors des études sur place, les impacts sur l'environnement ont été évalués pour chacun des projets et chacun des postes en supposant la nature et l'étendue de projets à réaliser dans le futur. La matrice du Tableau-5.3-1 montre les résultats de l'évaluation des impacts sur l'environnement , à savoir, l'existence ou non des impacts et leur étendue en 4 degrés, soit, impacts favorables, impacts possibles, impacts sérieux, et aucun impact.

Tableau 5.3-1 Matrice de l'Evaluation Initiale des Impacts sur l'Environnement

Poste		Nature du projet			
		Etape de construction		Etape d'exploitation	
		Forage	Installation d'approvisionnement en eau	Pompage d'eau dans les forages	Approvisionnement en eau
Environnement social	Déplacement d'habitants				
	Activités économiques			○	○
	Infrastructures de transport et de vie	△	△	○	○
	Isolement de zone				
	Ruines et ouvrages culturels				
	Droit de captage des eaux et droit d'exploitation forestière				
	Conditions sanitaires et hygiéniques			○	○
	Déchets	△	△		
	Désastres				
Environnement naturel	Conditions topographiques et géologiques				
	Erosion du sol				
	Eau souterraine	△		△	
	Conditions hydrologiques des bassins et cours d'eau				
	Côte et mer				
	Faune et flore				
	Climat				
	Paysage				
Pollution	Pollution de l'air				
	Pollution de l'eau				
	Pollution du sol				
	Bruits et vibrations		△		
	Subsidence de la surface				
	Odeur nauséabonde				

○ : Impacts favorables  
 X : Impacts sérieux possibles

△ : Impacts possibles  
 Partie hachée : Aucun impact

## (2) Critères d'Evaluation

### 1) Environnement social

Etant donné que la mise en exécution du projet de développement de l'eau souterrain permettra d'alimenter la ville de Kiffa en eau courante pouvant satisfaire quantitativement et qualitativement le besoin en eau de la ville, elle pourra donc contribuer à l'amélioration du cadre de vie des habitants. D'autre part, Si l'on peut

utiliser l'eau souterraine de grande profondeur dans les alentours de la ville comme source de l'eau courante, la quantité de l'eau puisée actuellement dans l'eau souterraine peu profondes dans l'agglomération pourra être réduite considérablement. Cette quantité d'eau souterraine ainsi économisée pourra être utilisée pour arroser les champs de maraîchage, etc., ce qui pourra favoriser le développement de l'agriculture et d'autres sous-secteurs connexes. Par conséquent, » des impacts favorables pourront être escomptés au stade de l'exploitation pour le poste «activités économiques» et le poste «infrastructures de transport et de vie». Au stade de la construction, au fur et à mesure de l'avancement des travaux de construction des installations de point de l'eau et de distribution de l'eau, le trafic s'accroîtra exerçant les impacts sur la vie quotidienne de certains habitants, mais ces impacts auront lieu seulement dans l'agglomération dans laquelle les maisons d'habitation sont relativement denses.

Il est certain que le projet de développement de l'eau souterraine aura des effets défavorables sur les activités d'une trois centaines de vendeurs d'eau à charrette à âne actuellement très actifs, mais en revanche plusieurs dizaines de milliers d'habitants pourront améliorer leur cadre de vie. Par conséquent, pour la mise en œuvre du projet, cet impact sur les vendeurs d'eau pourra être négligé. Les activités économiques telles que celles liées à l'agriculture susmentionnées pourraient offrir des nouveaux emplois à ces vendeurs d'eau.

La plupart des habitants de la ville de Kiffa utilisaient jusqu'au présent de l'eau dont la qualité ne convient pas à l'eau potable, d'où les effets nuisibles tels que les maladies hydrauliques dues à la mauvaise qualité d'eau sont évidents. La mise en exécution du projet permettra d'alimenter la ville en eau potable de bonne qualité, exerçant ainsi un impact favorable sur la santé et l'hygiène des habitants. En outre, l'alimentation en eau en quantité suffisante ainsi que l'utilisation de l'eau destinée actuellement à eau potable à d'autres fins permettront d'augmenter la quantité d'eau pouvant être utilisée pour le lavage, les bains, les toilettes à chasse d'eau ainsi qu'au nettoyage du cadre de vie, d'où l'amélioration des conditions sanitaires des habitants et du cadre de vie. Si la quantité de l'eau courante augmente, celle des eaux usées s'accroît en même temps. D'autre part, du fait que l'amélioration des conditions hydrauliques entraînera l'augmentation de la population migrant dans la ville de Kiffa, il y a lieu de prendre en considération la quantité de souillure qui s'accroîtra en conséquence. Cependant, il nous semble que la contamination de l'eau dans la ville de Kiffa est due au contrôle sanitaire inadéquat plutôt qu'au surpeuplement ou à la quantité excessive de souillure engendrée. Cet aspect fera l'objet d'une étude approfondie au stade de

«Elaboration du plan d'amélioration des conditions sanitaires» prévue à la troisième étape de la présente étude.

Concernant le droit de l'usage des eaux souterraines, dans le Code de l'eau de la Mauritanie (ordonnance No. 85-144) il est prescrit clairement que l'eau souterraine (forages, puits et d'autres ressources hydrauliques compris) dans les domaines publics et les terrains appartenant aux institutions publiques est la patrimoine hydraulique de l'Etat. Le droit de développer et exploiter cette eau souterraine appartient à l'Etat. Par contre la foration et l'utilisation de l'eau souterraine dans les domaines privés appartenant aux privés, il n'est pas nécessaire d'obtenir une autorisation auprès de l'organisme hydraulique compétent. Etant donné que la source d'eau du présent projet de développement de l'eau souterraine n'est pas située dans le domaine privé, aucun problème n'est à craindre concernant le droit de l'usage des eaux.

Au stade de foration et de construction des installations d'approvisionnement en eau, des terres excédentaires et d'autres déchets se produiront. Le traitement des déchets ne constitue pas un problème sérieux dans la région de Kiffa où les terrains vides sont nombreux, mais il faut prêter quand même une attention particulière pour ne pas entraver la vie et les activités économiques des habitants.

Les travaux d'exploitation des eaux souterraines ne constituent pas un projet impliquant le transfert de population ou la division des régions. Ni vestige historique ni œuvres d'importance culturelle n'ont été relevés dans la zone de l'étude. Par ailleurs, il n'y a aucune possibilité que les travaux soient à l'origine d'un désastre.

## 2) Environnement naturel

S'agissant d'un projet de développement de l'eau souterraine à l'intérieur du pays, le projet n'aura aucun effet sur la côte ni sur la mer. Dans la région concernée de l'étude serpentent les wadi dans lesquels le cours d'eau apparaît seulement pendant la saison des pluies de la manière intermittente, mais aucune rivière ni bassin ayant de l'eau en permanence n'existe. Compte tenu du contenu et de la taille, le projet n'aura pas des impacts sur l'environnement notamment sur les conditions topographiques et géologiques du sol, l'érosion du sol, la flore et la faune, le climat, le paysage, etc. Par conséquent, parmi les 8 postes concernant l'environnement naturel, il y a lieu de prendre en considération seulement «l'impact sur l'eau souterraine». Le puisage de l'eau souterraine pourrait entraîner l'abaissement de son niveau. En particulier, pour l'exploitation de l'eau souterraine au voisinage de l'agglomération il faut prêter une

attention particulière à des impacts sur de nombreux puits utilisés actuellement. A cet effet, lors de l'estimation approximative du potentiel de l'eau souterraine au stade de la deuxième étape de la présente étude, une étude approfondie sera menée sur l'abaissement du niveau de l'eau souterraine.

### 3) Pollution

Etant donné que le projet de développement de l'eau souterraine n'entraîne pas la génération des substances polluées, il n'y aura aucun impact sur l'environnement tel que «la contamination de l'air», «la contamination de l'eau», «la contamination du sol», «l'odeur nauséabonde», etc. Au stade des travaux de construction du projet, des bruits et des vibrations se produiront. En particulier lors de foration au voisinage de l'agglomération, des bruits et des vibrations dus aux engins de foration pourraient avoir des effets sur la vie des habitants.

Du fait que le présent projet consiste en la mise en valeur de l'eau souterraine pour l'alimentation en eau, la quantité de l'eau souterraine pompée ne serait pas très importante. Toutefois, il est recommandé d'effectuer l'observation à long terme du niveau de la nappe phréatique, pour l'exploitation de l'eau souterrain dans la proximité de l'agglomération.

### (3) Nécessité de l'Evaluation des Impacts sur l'Environnement (EIA)

Les résultats de l'évaluation initiale des impacts sur l'environnement susmentionnée montrent qu'aucun des 23 postes concernant l'environnement du Tableau 5.3-1 n'exerce un impact sérieux sur l'environnement. Pour les 5 postes qui pourraient avoir des impacts, comme il en est mentionné dans l'alinéa 2) ci-dessus, si les mesures adéquates sont prises lors de la mise en œuvre du projet, les impacts pourront être minimisés. Il ressort de là que l'évaluation des impacts sur l'environnement n'est pas nécessaire à l'étape ultérieure de l'étude.

## Chapitre 6 Plan de Développement des Eaux souterraines

### 6.1 Plan de Développement des Eaux souterraines en Couches peu profondes de la Ville

D'après l'étude effectuée au Chapitre 3, le potentiel des eaux souterraines en couches peu profondes pouvant être pompées à partir des 1.000 puits environ de la commune de Kiffa se monte à 240.000 m<sup>3</sup>/an. Par ailleurs, le débit actuel de pompage est de 330.000 m<sup>3</sup>/an. Lorsque les travaux d'adduction d'eau à partir des gisements des régions nord-ouest seront effectués en l'an 2000, et en supposant qu'environ 10% du volume de l'eau amenée s'infiltré dans le sol, le volume d'eau pouvant être développé pourra augmenter jusqu'à environ 300.000 m<sup>3</sup>/an. En 2015, après l'aménagement d'un système de tout-à-l'égout dans la commune de Kiffa, l'infiltration dans le sous-sol des eaux amenées à partir de ces nouveaux gisements ne pourra plus se produire. En tenant compte de ce facteur, le plan de développement des eaux souterraines en couches peu profondes de la ville devra être effectué comme le montre le tableau 6.1-1 ci-dessous. En d'autres termes, une limitation d'environ 9% du volume actuel de pompage devra être prescrite en 2005 afin de porter le débit à 300.000 m<sup>3</sup>/an et obtenir ainsi un bilan hydrologique équilibré. Il serait en outre souhaitable, si les travaux du système de tout-à-l'égout commencent à partir de 2010, de limiter encore le volume de pompage afin d'arriver à une diminution d'environ 27% du volume actuel d'ici l'an 2015.

Tableau 6.1-1 Plan de développement des eaux souterraines de la commune

Projet	unité: m <sup>3</sup> /an				
	actuel	2000	2005	2010	2015
		Construction des installations d'alimentation en eau	Limitation du pompage -9%	Limitation du pompage -17%	Aménagement du tout-à-l'égout Limitation du pompage -27%
Recharge par eaux de pluie	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
Volume d'infiltration dans le sol des eaux amenées de la région nord-ouest	0	73.000	73.000	73.000	0
Débit maximum de pompage possible	240.000	298.000	298.000	298.000	240.000
Volume de pompage actuel	330.000	330.000	300.000	274.000	240.000
Bilan hydrologique	-90.000	-32.000	-2.000	24.000	0

## 6.2 Plan de Développement des Eaux souterraines des Gisements du Nord-ouest

### (1) Volume prévu de développement des eaux souterraines des gisements du nord-ouest

Le volume potentiel de développement des eaux souterraines des gisements du nord-ouest, comme l'indique le Chapitre 3, a été estimé à un total de 1.200.000 m<sup>3</sup>/an.

Les conditions actuelles de pompage dans les différentes régions sont les suivantes. Dans la région A, ne se trouvent que 10 puits situés dans le lit de l'oued Khoda, dont l'eau sert à la vie des habitants et à l'irrigation de petits terrains agricoles. Dans la région B, un seul puits est utilisé pour abreuver le bétail. Pour ce qui est de la région C, outre un forage doté d'un système d'approvisionnement par énergie solaire qui sert à alimenter les villages (Kandra), on ne compte environ que 20 puits. Le volume de pompage prévisionnel actuel dans ces gisements nord-ouest, comme indiqué au Tableau 6.2-1, est extrêmement faible, avec environ 1,5% du volume potentiel d'exploitation et peut ne pas être pris en compte.

En prenant en considération ce facteur ainsi que les besoins en eau, le plan de développement des eaux souterraines des gisements de la région nord-ouest se présente comme indiqué dans le tableau 6.2-1 ci-dessous. Le volume de pompage prévu pour ces eaux souterraines en 2005 est de 730.000 m<sup>3</sup>/an, puis de 1.150.000 m<sup>3</sup>/an en 2015, et le développement des eaux souterraines de ces régions permettra donc de suffire aux besoins en eau de la commune de Kiffa en l'an 2015.

Tableau 6.2-1 Plan de développement des eaux souterraines des gisements de la région nord-ouest

unité: m<sup>3</sup>/an

Région du bassin des eaux souterraines	Volume de recharge	Volume potentiel de pompage	Volume supposé de pompage actuel	Plan 2005	Plan 2015	Forages utilisés
Région A	800.000	640.000	5.000	560.000	600.000	JF-2, JF-5A, JF-7B, F-5, F-6
Région B	210.000	170.000	2.500	170.000	170.000	JF-13A
Région C	490.000	390.000	10.000	0	380.000	env. 4 nouveaux forages
Sous-total	1.500.000	1.200.000	18.000	730.000	1.150.000	
Puits de la ville	---	---	---	300.000	240.000	
Volume total d'alimentation en eau				1.030.000	1.390.000	
Besoins en eau				1.026.000	1.387.000	

(2) Plan de développement en vue de l'horizon 2005

1) Emplacement des forages de production

En résultat de l'étude hydrogéologique menée au Chapitre 3, un seul gisement important a été relevé dans un périmètre de 20 km autour de la commune de Kiffa et à 10-15 km environ au nord-ouest. Pour le projet de développement en vue de l'horizon 2005, les forages de reconnaissance effectués dans le cadre de la présente étude ainsi que six puits dont la qualité de l'eau aura été jugée suffisante, sélectionnés parmi les puits existants non encore exploités, seront considérés comme forages de production. Les emplacements des forages de reconnaissance utilisés comme forages de production sont indiqués dans la Figure 6.2-1 ci-dessous.

2) Structure des forages de production

La structure des forages de reconnaissance qui serviront de forages de production, comme indiqué dans "(1) Etude des forages de reconnaissance" du rapport complémentaire, peut être présentée de la manière suivante.

Tableau 6.2-2 Eléments structurels des forages de production

Région des eaux souterraines	N° de forage	Aquifère	Longueur d'excavation	Diamètre du forage	Volume de pompage	Niveau d'installation de la crépine
A	JF-2	Pélites	58,0m	6 pouces	9,5m <sup>3</sup> /h	GL-23m ~ GL-39m
	JF-5A	Pélites	62,0m	6 pouces	7,2m <sup>3</sup> /h	GL-24m ~ GL-52m
	JF-7B	Pélites	46,0m	6 pouces	18m <sup>3</sup> /h	GL-11m ~ GL-40m
	F-5	Pélites	66,0m	6 pouces	54m <sup>3</sup> /h	GL-8m ~ GL-40m
	F-6	Pélites	42,0m	6 pouces	70m <sup>3</sup> /h	GL-11m ~ GL-39m
B	JF-13A	Pélites	253,39m	6 pouces	37m <sup>3</sup> /h	GL-19m ~ GL-47m

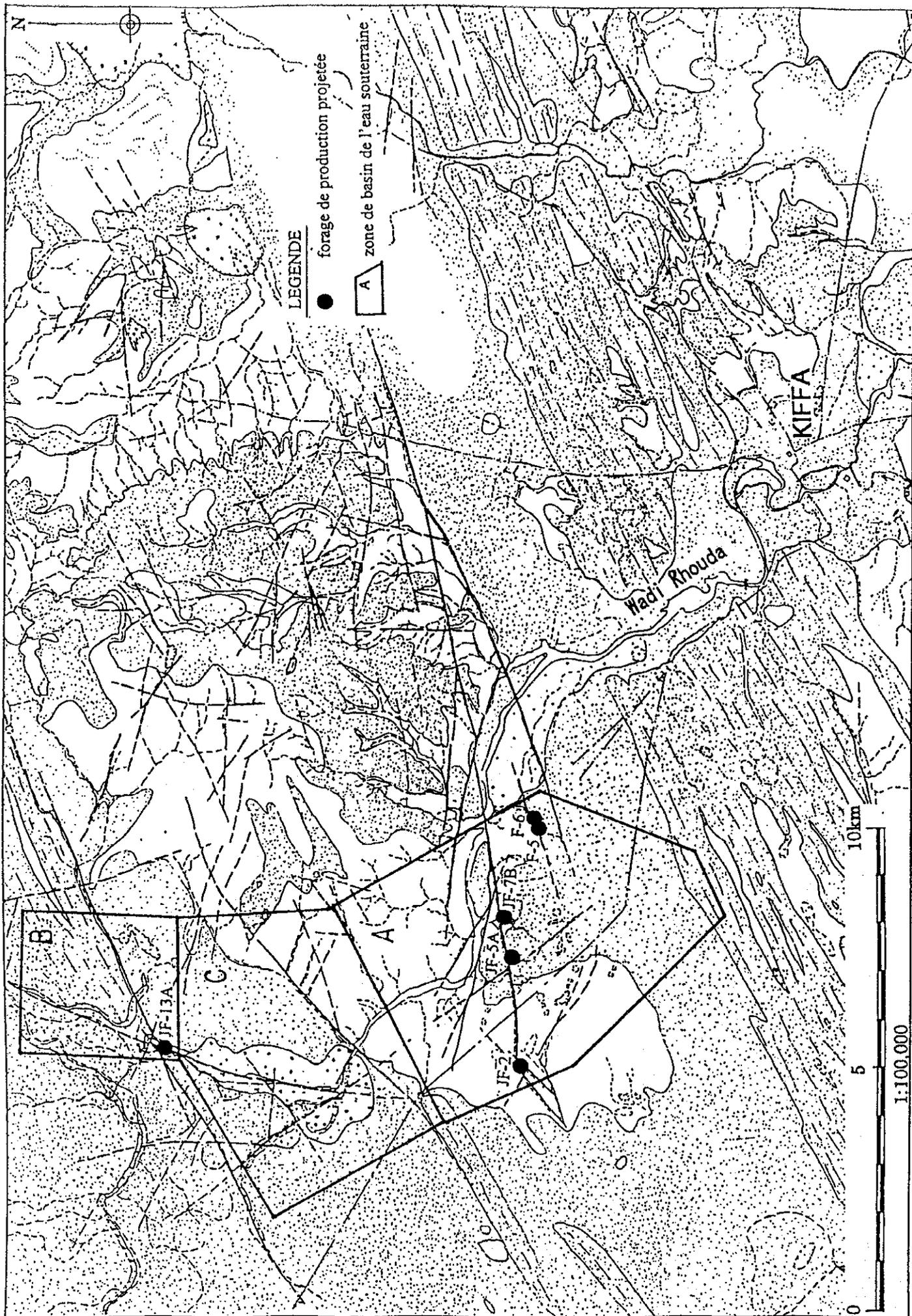


Figure 6.2-1 Carte de la région des eaux souterraines et emplacement des forages utilisés dans le plan d'alimentation en eau

## (2) Plan de développement en vue de l'horizon 2015

### 1) Emplacement des forages de production

Comme indiqué au paragraphe (1) précédent, il sera nécessaire, dans le cadre du développement des eaux souterraines en vue de l'horizon 2015, de réaliser de nouveaux forages dans une zone de développement indiquée "C" à la Figure 6.2-1.

Dans la zone C, la faille passe en direction sud-nord et l'on suppose que les eaux souterraines s'écoulent le long de cette faille. Par conséquent, les forages de production seront situés le long de la faille. Toutefois, les forages de reconnaissance dans le cadre de l'étude ont été effectués légèrement en retrait par rapport à la faille et les eaux souterraines n'ont pratiquement pas été découvertes. Pour ce faire, il sera particulièrement important, lors de l'élaboration du plan d'emplacement des forages de production, de déterminer avec précision les emplacements de la faille et de procéder à une étude préliminaire.

D'après les résultats de la présente étude, la prospection électrique horizontale est efficace dans les emplacements caractéristiques de la faille. Par conséquent, si le développement des eaux souterraines est effectué à l'avenir dans la région C, il serait préférable de procéder tout d'abord à une prospection électrique horizontale ainsi qu'à une étude de la surface du sol afin de confirmer l'emplacement de la faille pour l'établissement du plan d'emplacement des forages.

### 2) Spécifications d'excavation des forages de production

Pour ce qui est du plan d'exploitation des eaux souterraines en vue de l'horizon 2015, les caractéristiques du forage seront celles du forage de reconnaissance réalisé lors de la présente étude. La Figure ci-dessous présente un exemple-type de structure du forage.

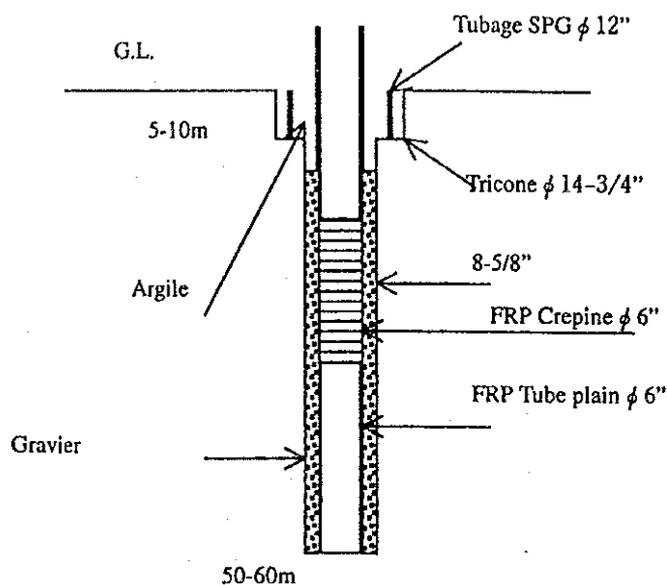


Figure 6.2-2 Structure standard d'un forage pour le plan d'alimentation en eau de l'horizon 2015

La structure standard n'est présentée ci-dessus qu'à titre de référence et la structure réelle des forages ainsi que leurs profondeurs, leurs nombres, etc., seront différents selon les conditions hydrogéologiques en site.

### 6.3 Plan de Gestion des Eaux souterraines

#### (1) Plan de gestion des eaux souterraines en couches peu profondes de la ville

##### 1) Préservation des eaux souterraines de bonne qualité

Comme l'indique l'étude sur la qualité des eaux souterraines du Chapitre 3, les eaux de la région nord-ouest sont de relativement bonne qualité étant donné que le développement de la région n'a pas encore eu lieu. Ces eaux seront probablement appelées à jouer un rôle primordial en tant que ressources de la commune de Kiffa à l'avenir car les eaux de bonne qualité de ce type sont de plus en plus limitées dans la commune.

Par conséquent, il serait souhaitable de mettre en place des mesures de préservation des eaux souterraines, comme la limitation du développement dans la région, selon les

directives de la Direction de l'Hydraulique.

## 2) Limitations des volumes de pompage

Comme indiqué dans "Plan de développement des eaux souterraines en couches peu profondes de la ville", le volume de développement des eaux souterraines de Kiffa à l'heure actuelle est supérieur au volume de recharge et, la tendance allant vers un excès de pompage, il sera nécessaire, de pair avec la réalisation d'installations d'alimentation en eau, de limiter les volumes de pompage.

Pour l'exécution des mesures de limitation de pompage, il sera nécessaire de procéder à un relevé de l'ensemble des forages, y compris ceux nouvellement réalisés et à une prise en charge individuelle des forages par une organisation administrative afin de fournir des directives adéquates en cas de baisse continue du niveau d'eau en raison d'un excès de pompage ou si l'eau d'un forage est jugée de qualité médiocre. Le registre des puits élaboré dans le cadre de la présente étude sera probablement très utile pour procéder au relevé des puits existants.

## (2) Plan de gestion des gisements d'eau de la région nord-ouest

### 1) Surveillance du niveau piézométrique

A l'heure actuelle, les forages de connaissance qui serviront à l'avenir de forages de production sont équipés des indicateurs automatiques de niveau d'eau et, lorsque les installations d'alimentation en eau seront réalisées, ces indicateurs automatiques de niveau d'eau seront également utilisés pour les autres forages de reconnaissance afin de déterminer avec précision la baisse de niveau d'eau allant de pair avec le développement des eaux souterraines.

La situation des forages de reconnaissance réalisés lors de la présente étude et les forages équipés des indicateurs automatiques de niveau d'eau sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Par ailleurs, l'emplacement des puits est présenté à la Figure 6.2-1. Comme l'indique le tableau, l'ouverture des forages qui seront utilisés comme forages de production sera protégée par du béton et il n'y aura par conséquent aucun problème pour l'installation des indicateurs automatiques de niveau d'eau. Toutefois, les forages pour lesquels ces indicateurs automatiques de niveau d'eau seront utilisés à l'avenir, s'ils sont pourvus d'un tubage, n'ont pas d'ouverture en béton. Il sera par conséquent nécessaire de protéger de toute

toute urgence l'ouverture de ces forages afin d'éviter la pénétration de corps étrangers entre le tubage et les parois du forage.

Tableau 6.3-1 Forages équipés des indicateurs automatiques de niveau d'eau

N° de forage	Etat de forage	Forages actuellement avec indicateurs	Forages dotés ultérieurement des indicateurs
JF-1	×		
JF-2	○	★	
JF-3	△		★
JF-4	△		
JF-5	△		★
JF-5A	○	★	
JF-6	△		
JF-7	×		
JF-7A	○		★
JF-7B	○	★	
JF-8	○		
JF-8A	×		
JF-8B	×		
JF-9	×		
JF-10	△		
JF-11A	×		
JF-11B	△		★
JF-12A	△		
JF-12B	△		★
JF-13A	○	★	
JF-13B	×		
JF-14	△		
F6	○	★	

○ : avec tubage et protection en béton du pourtour du forage  
 △ : avec tubage mais sans protection en béton  
 × : puits rebouché

## 2) Surveillance de la qualité de l'eau

La qualité de l'eau des forages de reconnaissance qui serviront de forages de production est dans l'ensemble bonne et conforme aux normes de l'eau potable. Toutefois, étant donné que, dans certains emplacements de la région nord-ouest, les eaux souterraines présentent une assez forte salinité, on ne peut écarter la possibilité de déboucher sur ce type d'eaux. Par conséquent, des analyses périodiques du TDS (salinité) seront effectuées deux fois par an pour chacun des forages de production.

L'analyse de l'eau sera effectuée selon les "critères fondamentaux de qualité de l'eau potable" en vigueur en Mauritanie et comportera les 29 rubriques suivantes: couleur, turbidité, odeur et saveur, substances visibles à l'oeil nu, pH, dureté totale, azote ammoniacal, azote de nitrite, azote de nitrate, chlorure, sulfate, demande chimique d'oxygène, fer, manganèse, zinc, cuivre, phénol volatile, détergent synthétique négativement ionisé, TDS, fluorure, cyanure, arsenic, sélénium, cadmium, mercure, chrome hexavalent, plomb, numérotation totale de germes, groupes de coliformes

## 3) Mesures de préservation de la qualité de l'eau

La région nord-ouest où se trouvent les gisements d'eau est pratiquement inhabitée et on peut supposer que les eaux souterraines ne sont pas contaminées par de l'azote de nitrate ou des coliformes, qui sont généralement produits par les activités humaines. Toutefois, les eaux souterraines de la région nord-ouest sont des eaux libres en nappes peu profondes et peuvent donc être très facilement contaminées par la surface du sol. Les eaux souterraines de la commune de Kiffa, qui sont de même situées en couches peu profondes, sont de plus en plus contaminées par l'azote de nitrate et les coliformes et l'eau potable ne se trouvant plus que dans des zones extrêmement limitées, il sera nécessaire, si l'exploitation des eaux souterraines de la région nord-ouest est commencée, de prendre en compte le fait que ces eaux pourront être facilement contaminées par la surface du sol.

Par conséquent, il sera nécessaire soit de limiter, soit d'interdire, les activités agricoles - y compris l'élevage du bétail - et le développement de zones d'habitation dans la région nord-ouest et de la déclarer zone de préservation des ressources en eau. Il serait souhaitable que les zones de préservation des ressources en eau soient les zones des bassins des eaux souterraines A, B et C, présentées dans la Figure 6.2-1.



## Chapitre 7 Plan d’Alimentation en Eau

### 7.1 Caractéristiques du Plan de Développement

La présentation du plan d’alimentation en eau de la commune de Kiffa se présente de la manière suivante.

#### (1) Années de Référence du Projet

Les années cibles du projet d’alimentation en eau sont comme suit pour les projets d’aménagement à court terme et à long terme.

- a. Plan d’aménagement à court terme à l’horizon 2005
- b. Plan d’aménagement à long terme à l’horizon 2015

#### (2) Volume de Développement possible des Eaux Souterraines

Le volume de développement possible des eaux souterraines a été défini comme suit, conformément à l’évaluation du volume de recharge d’eau souterraine précité (3.4).

##### a. Développement des ressources en eau

Les sources à développer seront les sources de points d’eau du nord-ouest (situées à environ 12-20 km au nord-est de la ville, voir Figure 6.2-1) et les eaux en couches peu profondes de la ville.

##### b. Volume d’eau exploitable (m<sup>3</sup>/an)

Le volume de développement possible des Eaux Souterraines se présente dans le Tableau 7.1-1 ci-dessous.

Tableau 7.1-1 Volume de Développement possible des Eaux Souterraines

Année de référence	Sources d’eau du nord-ouest		Eau en nappe peu profondes	Total
	Secteurs A, B	Secteur C		
2005	730,000	0	300,000	1,030,000
2015	770,000	380,000	240,000	1,390,000

#### (3) Zone objet du Projet

La commune de Kiffa est un secteur administratif couvrant un rayon de 20 km à partir du centre-ville, composée de secteurs urbains et de 6 villages avoisinants. Le plan d’alimentation en eau sera destiné aux secteurs urbains.

(4) Population du Projet

1) Population actuelle

La zone objet du projet se compose de secteurs urbains, qui comptent actuellement 60.921 habitants (Voir le Tableau 4.2-1.)

D'après le dernier recensement effectué en 1988, la population de la commune de Kiffa était de 29.292 habitants et aucune documentation précise n'ayant pu être obtenue par la suite, elle a été évaluée sur la base d'une étude effectuée par le ministère du Plan en 1997, en tenant compte de l'agrandissement de la commune. Les chiffres mentionnés dans cette étude peuvent être considérés comme fiables car ils sont basés sur le nombre d'habitations recensées à partir des photos aériennes ainsi que sur le nombre supposé de personnes par foyer.

Les catégories indiquées dans le Tableau 4.2-1 sont celles mentionnées dans l'étude du ministère du Plan. Elle reflètent précisément la situation actuelle de la commune de Kiffa et sont les suivantes:

I: Ancienne ville

II: Nouveaux secteurs urbains développés selon le plan

III: Nouveaux secteurs urbains apparus naturellement

2) Population du Projet

La population a été calculée pour les années cibles du projet, à savoir 2005 et 2015. En ce qui concerne les prévisions de la population en 2005, un certain nombre de différences sont à remarquer pour les chiffres indiqués dans les deux documents constituant la base de la présente étude, à savoir "Construction et équipement des systèmes d'alimentation en eau potable de dix villes, 1995" du ministère de l'Hydraulique et de l'Energie et du "Plan urbain de référence Kiffa, 1997" de l'AMEXTIPE, ainsi que dans les prévisions effectuées par l'Office National des Statistiques (OCN) en 1997 sur la base du recensement de la population en 1988. Ces différences sont présentées ci-après.

Tableau 7.1-2 Prévisions Démographiques

Etude	Population au moment de l'étude	Pourcentage d'augmentation (%)	Population en 2005
OCN 1988	29.292	5,0	68.533
Plan 10 villes 1995	31.556	4,1	54.300
Plan urbain 1997	59.506	2,9	74.800

La population en 2005 a été calculée par la mission d'étude de la JICA sur la base de ces documents.

Alors que l'étude sur les 10 villes prévoit une affluence et un accroissement continu de la population, le plan urbain suppose une stabilisation de la sédentarisation et des arrivées de population qui s'étaient produites dans les années 80 et utilise le pourcentage moyen relativement stable de 2,9% pour la croissance démographique annuelle de la ville. Par ailleurs, en ce qui concerne la population actuelle de Kiffa, qui sert de base pour le calcul des prévisions démographiques, alors que l'étude sur les 10 villes se base sur le recensement national, le Plan urbain s'appuie des chiffres obtenus à partir des investigations propres à l'AMEXTIPE, utilisant entre autres le nombre d'habitations recensées sur les photos aériennes.

En outre, d'après l'étude nationale effectuée par l'Office National des Statistiques sur les déplacements de population, les nomades qui représentaient 35% de la population en 1977 ne sont plus que 12,1% en 1988, et l'on ne constate pas de progrès unilatéraux dans le sens de l'urbanisation mais plutôt une concentration de la population des villes régionales vers la capitale Nouakchott.

Dans la présente étude, la population du projet a été définie comme indiquée dans le Tableau 7.1-3 en tenant compte du pourcentage de croissance démographique annuelle de 2,9%, sur la base du cadre du Plan urbain de 1997. Le chiffre obtenu pour la population prévue en l'an 2005 est donc légèrement supérieur à celui calculé dans le cadre des deux autres enquêtes mentionnées ci-dessus mais semble être équivalent pour ce qui est des prévisions pour l'an 2015.

Tableau 7.1-3 Population actuelle et Population du Projet

Année	Population (habitants)	Population par secteur	
		Secteurs I et II	Secteur III
Population actuelle (1997)	60.921	36.975	23.946
Population en 2005	77.000	50.000	27.000
Population en 2015	100.000	80.000	20.000

(5) Alimentation en Eau Prévu et Besoins en Eau

1) Alimentation en Eau Prévu

Pour la commune de Kiffa, située dans une zone subsaharienne sèche, ne bénéficiant que de faibles précipitations, ayant des volumes potentiels d'eaux limitées et enregistrant une importante augmentation de population, les ressources en eau sont particulièrement importantes et, en tenant compte du volume possible d'exploitation des eaux souterraines aux alentours de Kiffa indiqué au Chapitre 5, une alimentation en eau durable ne pourra être fournie qu'en limitant les volumes unitaires de distribution.

Par conséquent, il est certainement nécessaire, sur le plan de l'hygiène urbaine, de distribuer une eau saine par canalisations, mais il ne sera pas possible d'augmenter en une seule fois les volumes d'utilisation actuels pour parvenir à une alimentation en eau adéquat en l'an 2005. Le volume d'alimentation en eau se portera en tenant compte des possibilités de prise en charge financière des utilisateurs et en incluant l'utilisation actuelle des forages existants de la ville (10 litres/habitant/jour).

Par ailleurs, d'après la situation sociale remarquée dans la commune, la pose de canalisations de distribution d'eau pour chaque foyer s'avérant impossible dans certains quartiers et une certaine partie de la population ne semblant pas être en mesure de payer les frais d'une alimentation en eau individuelle, il sera nécessaire de prévoir une alimentation en eau à partir de bornes-fontaines publiques.

Vu ces points, les volumes approvisionnés du Projet par chaque type de distribution ont été définis comme indiqué dans le Tableau 7.1-4.

Tableau 7.1-4 Volumes d'Alimentation en Eau prévu par Type de Distribution

Année	Distribution d'alimentation	Population alimentée	Volumes alimentés (litres/habitant/jour)
2005	Branchement particulier	50.000	40 (dont 10 sont l'eau en couche peu profonde)
	Bornes-fontaines	27.000	30 (dont 10 sont l'eau en couche peu profonde)
	Total	77.000	
2015	Branchement particulier	80.000	40 (dont 10 sont l'eau en couche peu profonde)
	Bornes-fontaines	20.000	30 (dont 10 sont l'eau en couche peu profonde)
	Total	100.000	

Ces volumes d'alimentation en eau prévu correspondent pratiquement au 40 litres par personne et par jour, le volume cible dans la politique de base d'alimentation en eau de la Mauritanie.

## 2) Besoin en Eau

Une division sera effectuée, afin de calculer les besoins en eau, entre le branchement particulier et la distribution par bornes-fontaines et le projet sera mis en place en utilisant une catégorisation selon le degré de développement du secteur précité, à savoir alimentation par branchement particulier dans le secteur I et le secteur II, et distribution par bornes-fontaines dans le secteur III.

Un plan d'urbanisation du nouveau secteur III dont le développement a lieu sans planification est actuellement en cours d'élaboration par la commune de Kiffa et ce nouveau secteur devrait être réaménagé. Par conséquent, pour l'année de référence 2015, la proportion de secteur développé sur la base de ce plan sera en augmentation, avec un pourcentage de branchement particulier de 80%, à partir duquel les besoins en eau ont été calculés.

Dans ce cas, les besoins annuels en eau pour l'an 2005 et l'an 2015 se présentent dans le Tableau 7.1-5:

Tableau 7.1-5 Besoins en Eau en Chaque Année Cible

Année cible	Distribution d'alimentation	Population alimentée	Besoins en eau (m <sup>3</sup> /an)
2005	Branchement particulier	50.000	730.000
	Bornes-fontaines	27.000	296.000
	Total	77.000	1.026.000
2015	Branchement particulier	80.000	1.168.000
	Bornes-fontaines	20.000	219.000
	Total	100.000	1.387.000

## 7.2 Plan d'Alimentation en Eau

### 7.2.1 Orientations de Base

L'alimentation en eau des 10.000 foyers, à savoir des 60.000 habitants environ, de la commune de Kiffa est effectué uniquement par les trois camions-citernes gérés par la ville et les habitants doivent donc, soit puiser manuellement l'eau dans les 1000 puits environ situés dans la commune, soit l'acheter aux vendeurs avec charrettes à âne. Les quantités pouvant être utilisées dans le cadre de cette alimentation étant limitées, elles ne se montent approximativement qu'à 20 litres par jour et par habitant.

Les eaux souterraines en couches peu profondes de la ville sont contaminées par les eaux usées des foyers, par l'urine et par les excréments du bétail et n'ont plus les critères suffisants pour convenir à l'eau potable. Par ailleurs, la contamination ne se limite pas à la pénétration directe de saleté autour ou à l'intérieur du puits, mais semble s'étendre aux aquifères eux-mêmes.

#### (1) Développement des Ressources en Eau

Les eaux souterraines en couches peu profondes de la ville sont, à l'exception d'une certaine région, contaminées dans leur ensemble et il sera nécessaire de procéder au développement de nouvelles ressources en eau de qualité sûre.

En ce qui concerne les ressources en eau pour le projet, seul un source important a été découvert à 10-15 km au nord-ouest de la ville lors de l'étude effectuée sur un rayon de 20 km autour de la commune de Kiffa, comme indiqué de manière détaillée dans le chapitre 3. Le plan d'alimentation en eau se propose donc de développer l'aquifère situé

entre 50 et 100 m de profondeur dans la formation de pélites d'une faille.

Dans ce périmètre d'exploitation, le volume annuel exploitable en continu a été calculé à 1,2 millions de m<sup>3</sup> environ, volume qui pourra couvrir les besoins en eau pour l'année 2015, en limitant toutefois l'utilisation de l'eau de manière appropriée. Par ailleurs, pour la région des grès d'Ayoun située à l'est de Kiffa, l'étude hydrogéologique menée dans le cadre de la présente étude a permis de la prendre en considération en tant que source potentiel mais étant donné les faibles possibilités de développement, elle a été écartée du présent projet.

Par contre, l'analyse détaillée de qualité d'eau menée dans le cadre de la présente étude a permis de sélectionner certains puits existants dans la ville dont l'eau relativement bonne pourrait éventuellement servir d'eau potable. Ces puits seront pris en considération dans le cadre du présent projet pour la mise en place de mesures d'amélioration de la qualité de l'eau et leur utilisation en tant que ressources en eau.

## (2) Plan d'alimentation en Eau

Les eaux souterraines des couches peu profondes actuellement utilisées pour l'alimentation en eau de la ville étant contaminées, l'alimentation en eau potable à partir de nouvelles sources d'eau peut être considéré comme un problème prioritaire. Par ailleurs, en tenant compte du fait que Kiffa est située dans une région sèche subsaharienne, avec de faibles précipitations, des réserves en eau limitées et un accroissement rapide de la population, le problème des ressources en eau est particulièrement important et il sera nécessaire de limiter au possible l'alimentation en eau unitaire. En outre, d'après la situation sociale remarquée dans la commune, l'installation de canalisations de distribution d'eau pour chaque foyer s'avérant impossible dans certains quartiers et une certaine partie de la population ne semblant pas être en mesure de payer les frais d'une alimentation en eau individuelle, il sera nécessaire de prévoir également un approvisionnement en eau composé de bornes-fontaines publiques et individuelle.

Le présent projet prévoit volumes d'alimentation en eau prévu pour chaque foyer de 40 litres par habitant et par jour mais il sera nécessaire de limiter simultanément l'utilisation réelle de l'eau en utilisant l'alimentation en eau limitée dans le temps.

## (3) Gestion des Installations d'alimentation en Eau

En raison de la privatisation des instances du gouvernement central, l'alimentation

en eau de la ville a été confiée à une société d'eau et d'électricité alors que la gestion et l'entretien relatifs à l'hydraulique villageoise sont désormais du ressort de sociétés du secteur privé dont les mesures d'assainissement sur le plan de la gestion ont donné d'excellents résultats. Il faut relever toutefois que les bornes-fontaines destinées aux couches les plus défavorisées de la population sont parfois placées en tenant plus compte de l'intérêt des gestionnaires que de celui des utilisateurs (emplacements peu pratiques, heures d'utilisation irrégulières, prix plus élevé que l'eau distribuée par canalisation, etc.) et il sera nécessaire de tenir compte de cette composante sociale du problème.

### **7.2.2 Alimentation en Eau Limitée Dans le Temps**

Comme indiqué en 7.2.1 précédemment, les ressources en eau de la commune de Kiffa et de ses environs sont limitées et il sera nécessaire de prendre certaines mesures de restriction en ce qui concerne l'utilisation de l'eau.

Le présent projet se propose d'appliquer les limitations des heures d'alimentation en eau qui sont déjà en vigueur en Mauritanie.

#### **(1) Conditions préliminaires**

Les facteurs suivants devront être pris en considération lors de l'application des restrictions horaires pour l'alimentation en eau:

- ① Les zones et les heures de restriction devront être fixées de façon à ne pas produire de charge excessive pour les installations d'alimentation en eau.
- ② Les horaires d'alimentation en eau devront être fixés en tenant compte des heures de pointe pour l'utilisation de l'eau (le matin de 7 à 9 heures, le soir de 18 à 20 heures).
- ③ Il sera nécessaire, afin de mettre en place les limitations d'eau, d'ouvrir et fermer des valves à la main. Une attention particulière devra être apportée afin que ces opérations ne soient pas une cause de dépenses excessives en personnel et en maintenance, en raison d'un nombre trop important de valves, par exemple.
- ④ Le réseau des canalisations devra être établi de façon à pouvoir alimenter un minimum l'ensemble de la région même en cas d'incident et de détérioration des principales canalisations.
- ⑤ L'étude du réseau des canalisations sera effectuée supposant que les habitants puissent consommer ou être alimentés en eau à des heures déterminés.

(2) Division des Zones d'Alimentation limitée en Eau

La commune de Kiffa est divisée par l'oued Khouda en deux régions, ouest et est, et les canalisations devront être aménagées de façon pratiquement indépendante dans la zone ouest et dans la zone est (Voir Figure 7.3-3). Par conséquent, les zones d'alimentation limitée en eau seront les deux régions ouest et est de la commune.

(3) Heures et Plage horaire de l'Alimentation en Eau

Il est à supposer que des quantités importantes d'eau seront utilisées par les habitants pendant une plage horaire limitée. A cet égard, il sera nécessaire de déterminer des heures et une plage horaire de distribution permettant de ne pas vider la canalisation de distribution pour éviter l'apparition d'une pression de charge dans les canalisations.

En fonction des conditions préliminaires énoncées ci-dessus, une étude a été effectuée sur les variations horaires du réservoir de distribution d'eau dans les trois cas suivants: 7 heures, 6 heures et 5 heures de limitation. Les résultats de cette étude sont présentés sur les Figures 7.2-1, 7.2-2 et 7.2-3.

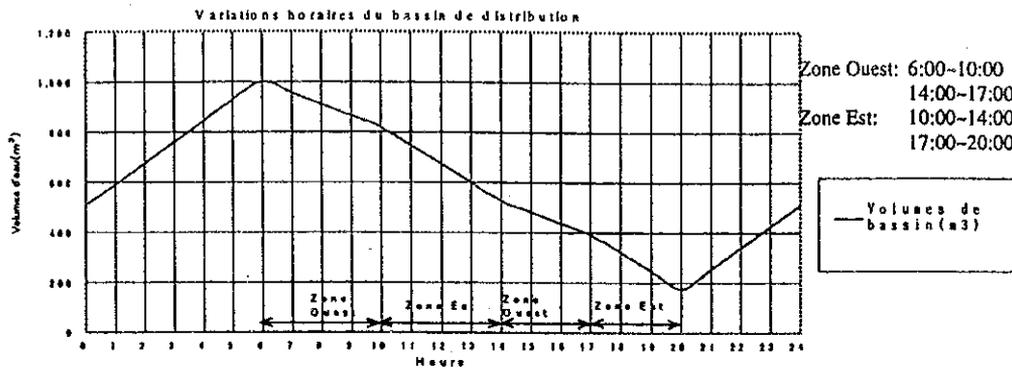


Figure 7.2-1 Variations horaires du Réservoir de Distribution (restriction sur 7 heures)

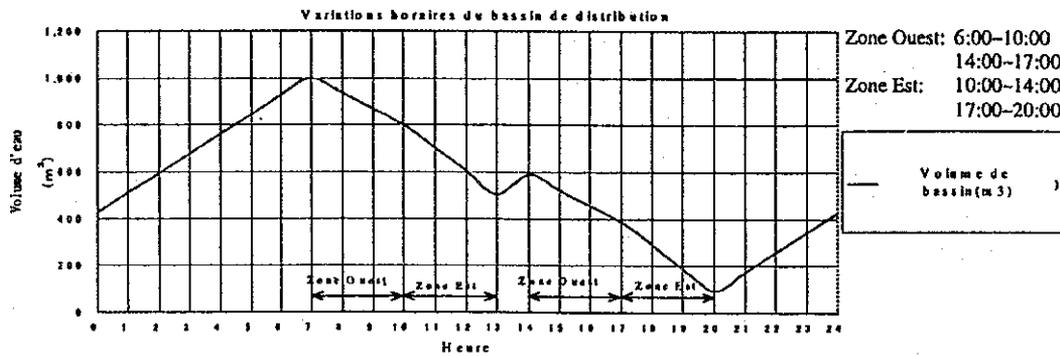


Figure 7.2-2 Variations horaires du Réservoir de Distribution (restriction sur 6 heures)

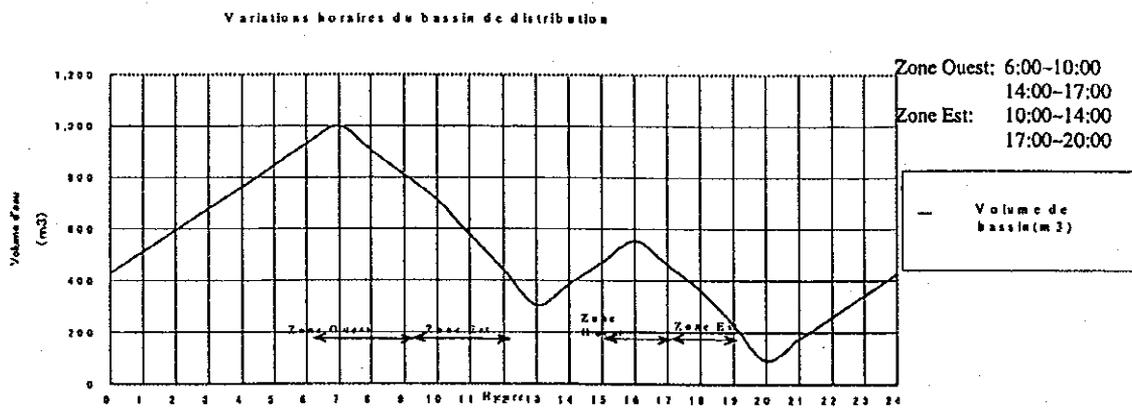


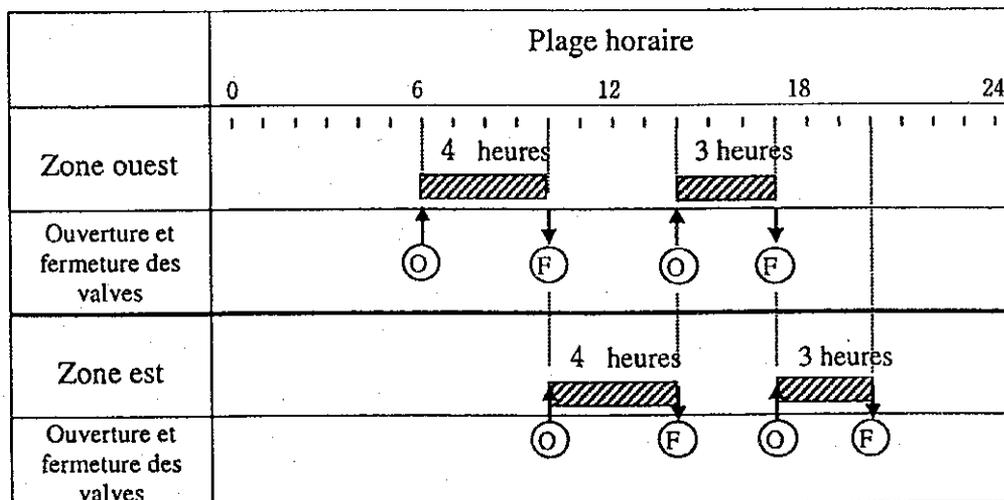
Figure 7.2-3 Variations horaires du Réservoir de Distribution (restriction sur 5 heures)

Comme les résultats de l'étude le font comprendre, dans le cas d'une restriction d'eau pendant 5 et 6 heures, le volume d'eau restant dans le réservoir de distribution après l'alimentation de la zone est baissé d'environ 90 m<sup>3</sup> et, à l'heure de la journée où le volume d'alimentation est au maximum, le niveau du réservoir risque d'être en dessous de zéro.

Par conséquent, le cas d'une limitation à 7 heures (ouverture des robinets à 6 heures du matin et fermeture le soir à 21 heures) semble être le plus approprié, sur le plan de la gestion et de la maintenance également, et c'est ce cas qui a été retenu.

La division horaire d'exécution de la distribution limitée par jour est présentée sur la Figure 7.2-4.

Figure 7.2-4 Division horaire d'Exécution de la Distribution limitée



F=Fermeture O=Ouverture

### 7.2.3 Contenu du Plan d'Alimentation en Eau

Le contenu du plan d'alimentation en eau est présenté dans le Tableau 7.2-3 ci-dessous.

Tableau 7.2-3 Contenu du Plan d'Alimentation en eau

Année-objectif et population bénéficiaire	Contenu du plan
Plan d'aménagement d'urgence (2005, 77.000 habitants)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Développement des ressources en eau des régions A et B du nord-ouest</li><li>• Aménagement de canalisations d'amenée des gisements d'eau du nord-ouest vers la commune</li><li>• Alimentation en eau potable par canalisations (deux réseaux: ressources en eau du nord-ouest et puits de la commune)</li><li>• Sauvegarde de la qualité de l'eau des puits de la commune (amélioration structurelle des puits + pompes manuelles)</li><li>• Utilisation des eaux souterraines en couches peu profondes de la ville pour les besoins de la vie quotidienne</li></ul>
Plan d'aménagement à long terme (2015, 100.000 habitants)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Exploitation des ressources de la région C du nord-ouest</li><li>• Agrandissement des zones alimentées en eau par canalisations</li><li>• Amélioration de la qualité des eaux en couches peu profondes de la commune</li><li>• Limitation et gestion des eaux en couches peu profondes de la commune</li></ul>

## 7.3 Plan des Installations d'Alimentation en Eau

### 7.3.1 Orientation de Base

#### (1) Envergure des Installations

La taille de chaque installation d'alimentation sera en principe définie en fonction du volume d'alimentation de base (30 l/personne/jour) de plan d'aménagement urgent(2005), population prévue, étendue de l'aménagement, etc., mais le plan des installations sera établi en tenant compte des points indiqués dans le Tableau 7.3-1 pour permettre l'extension des installations et équipements au cours de plan d'aménagement à long terme(2015).

Tableau 7.3-1 Points à Prendre en Compte pour la Définition de l'Envergure des Installations

Principales installations	Points à prendre en compte pour la définition de la taille des installations
Forages, station de pompage	Détermination du volume d'eau de pompage d'étude à partir du volume de pompage stable obtenu d'après les résultats des essais de pompage effectués dans les forages de production de la présente étude et sélection de pompes appropriées pour le volume d'eau nécessaire en tenant compte du taux de rendement des forages.
Tuyauterie d'amenée d'eau	Sélection d'un diamètre de tuyauterie permettant l'adduction de l'eau pompée dans chaque forage à une vitesse supérieure à la valeur minimale.
Station de pompage de amenée d'eau	Il n'est pas économique de construire de nouvelles stations de pompage pour augmenter le nombre des pompes. Par conséquent, un plan de travaux de génie public et de construction sera réalisé pendant le plan d'aménagement urgent pour permettre l'ajout d'au moins une pompe pour fournir le plan pour 2015 .
Tuyauterie de amenée d'eau	Comme le prolongement des canalisations est possible pour augmenter la distribution d'eau en fonction de la croissance démographique, un plan de pose de canalisations permettant de faire face aux besoins en eau en 2005 sera prévu dans le plan d'aménagement d'urgence.
Réservoir de distribution	Agrandissement aisé, l'envergure des installations étant déterminée par rapport à une alimentation de 30 l/hab/jour pour le plan d'aménagement urgent. Toutefois, le plan de disposition des installations devra tenir compte des besoins en eau en 2015.
Canalisation de distribution principale	Le remplacement des canalisations pour augmenter l'alimentation en eau parallèlement à la croissance démographique exige des frais de construction énormes et n'est pas économique; de plus, comme la réduction-augmentation est possible en faisant varier la vitesse d'écoulement dans les tuyaux. Le plan d'aménagement urgent sera un plan de canalisations permettant de fournir 50 litres/personne/jour dans l'avenir.

(2) Envergure des Installations du Système d'Alimentation en Eau

Vu l'état actuel du système d'hydraulique urbaine en Mauritanie, le plan des installations sera établi en tenant compte des points suivants, de sorte que le système d'alimentation en eau puisse être étendu dans le futur tout en assurant un coût réduit des installations, une maintenance simple et à frais réduits.

- ① La distribution de l'eau se fera par chute naturelle à partir du réservoir de distribution construit sur les hauteurs de la ville.
- ② Les tuyaux seront des tuyaux de types et de diamètres ordinairement utilisés en Mauritanie.
- ③ La profondeur d'enterrement sera minimale (1,0 m).
- ④ Des pompes pour lesquelles les pièces sont facilement disponibles en Mauritanie seront sélectionnées.
- ⑤ On se conformera aux normes de conception adaptées en Mauritanie, s'il y en a. Sinon, la conception se référera aux normes japonaises.

### 7.3.2 Orientation de Conception

Le Tableau 7.3-2 compile les conditions de conception définies conformément aux conditions du plan (7.1) et à l'orientation de base (7.3.1) ci-avant.

Tableau 7.3-2 Conditions de Conception du Plan des Installations

No.	Articles	Conditions de conception		Remarques
1	Année cible	2005	2015	Conforme aux normes japonaises
2	Population du projet	77.000 personnes	100.000 personnes	Calculée en fonction des résultats de l'étude en site
3	Volume d'eau max./personne/jour			
	• Branchements particuliers	30 l/pers./jour (65% de la population)	30 l/pers./jour (80% de la population)	
	• Bornes fontaines	20 l/pers./jour (35% de la population)	20 l/pers./jour (20% de la population)	
4	Volume d'eau max. /jour	2.000 m <sup>3</sup> /jour	2.800 m <sup>3</sup> /jour	(3 ci-dessus) x population prévue
5	Coefficient horaire (tuyaux de distribution)	2,0		D'après la situation en Mauritanie
6	Pression hydrodynamique min. à l'extrémité des tuyaux de distribution			
	• Branchements particuliers	1,0 kg/cm <sup>2</sup>		Norme SONELEC
	• Bornes fontaines	0,5 kg/cm <sup>2</sup>		Norme SONELEC
7	Flux min. dans les tuyaux	0,3 m/s		Conforme aux normes japonaises
8	Capacité du réservoir de distribution	12 heures du volume d'alimentation max. journalier		D'après la situation en Mauritanie
9	Types de tuyaux			
	• Tuyaux d'amenée	En fonte ductile		Ordinaire en Mauritanie
	• Tuyaux d'amenée	En fonte ductile		Ordinaire en Mauritanie
	• Tuyaux principaux	Polychlorure de vinyle (PVC)		Ordinaire en Mauritanie
	• Tuyaux secondaires	Polychlorure de vinyle (PVC)		Ordinaire en Mauritanie
	• Tuyaux d'installation de borne fontaine	Polychlorure de vinyle (PVC)		Ordinaire en Mauritanie
10	Profondeur d'enterrement des tuyaux	1,0 m		Norme SONELEC
11	Population prise en charge par borne fontaine	500~700 pers./emplacement		D'après la situation en Mauritanie

### 7.3.3 Conception de Base du Système d'Alimentation

#### 7.3.3.1 Structure du Système d'Alimentation

Le système d'alimentation se compose des éléments suivants. La Figure 7.3-1 donne un schéma du système d'alimentation du projet et la Figure 7.3-2 la distance moyenne entre les différentes installations et la dénivellation. Le plan de conception des différentes installations est conforme à celui figurant dans le recueil des plans.

- ① Forage, station de pompage (voir la figure 6.4-4)
- ② Tuyauterie d'amenée d'eau
- ③ Station de pompage d'amenée d'eau (voir la Figure 6.4-5)
- ④ Conduite d'eau
- ⑤ Réservoir de distribution (voir la Figure 6.4-6)
- ⑥ Tuyauterie d'alimentation

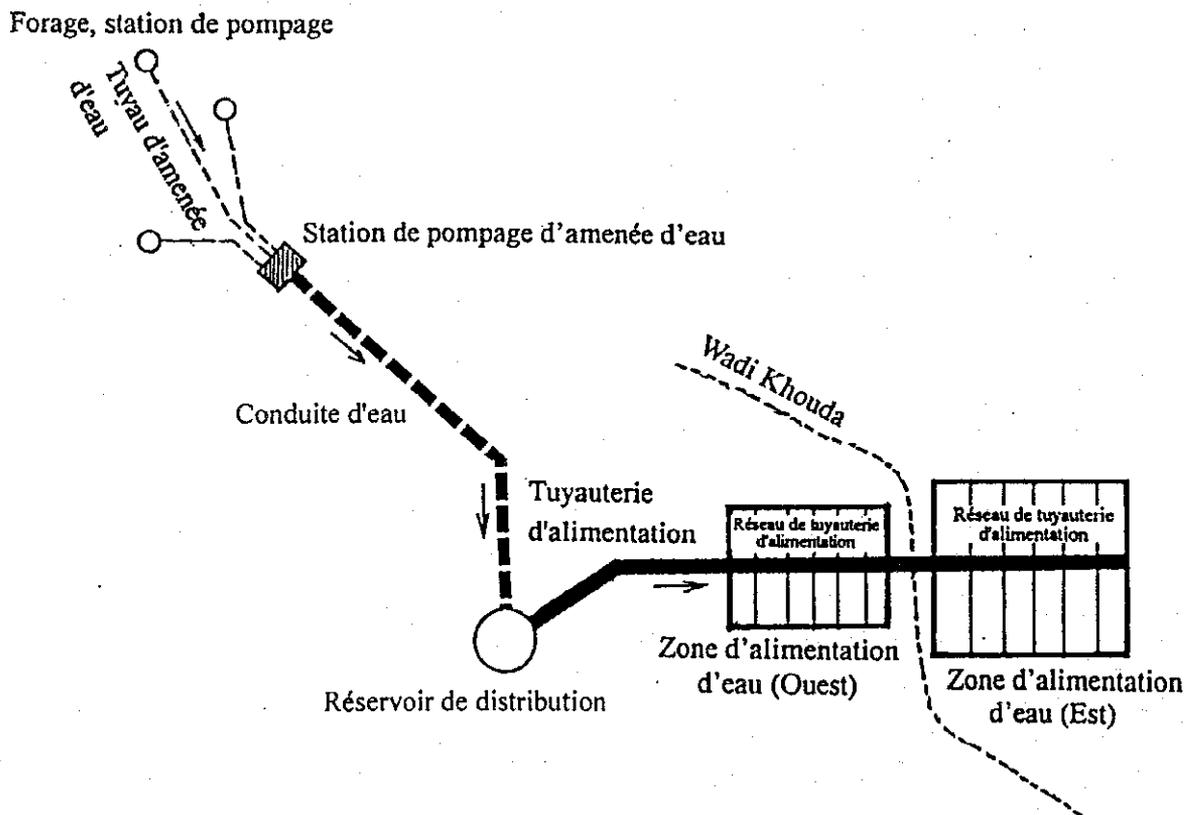


Figure 7.3-1 Plan de Conception du Système d'Alimentation en Eau

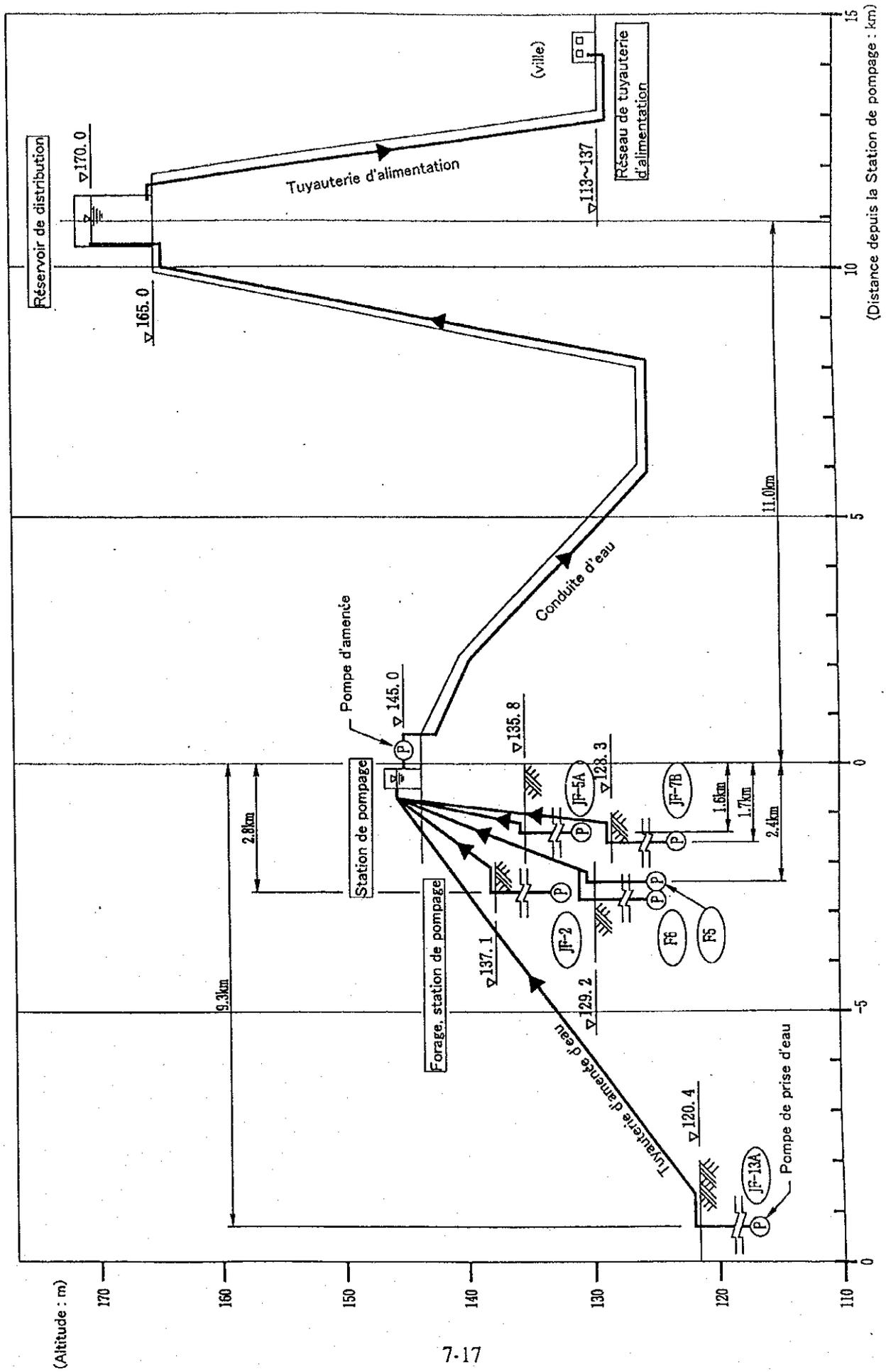


Figure 7.3-2 Distance moyenne entre les Différentes Installations et Dénivellation

### 7.3.3.2 Définition de la Taille des Installations

#### (1) Forage, Station de Pompage

##### 1) Volume Max. par Jour

Dans le cadre du plan d'aménagement urgent, le volume maximum d'alimentation en eau par jour a été calculé selon l'équation suivante:

Volume maximum d'alimentation en eau par jour = volume maximum par jour et par habitant (alimentation de chaque forage) x population desservie par chaque forage + volume maximum par jour et par habitant (alimentation par bornes-fontaines publiques) x population desservie par les bornes-fontaines publiques

Par conséquent,

Volume max. par jour =  $0,03 \times (77.000 \times 0,65) + 0,02 \times (77.000 \times 0,35) = 2,041/m^3$ .  
cela fait  $2.000 m^3$ .

Dans le cadre du plan d'aménagement à long terme

Volume max. par jour =  $0,03 \times (100.000 \times 0,80) + 0,02 \times (100.000 \times 0,20) = 2,800/m^3$ .

cela fait  $2.800 m^3$ .

##### 2) Alimentation en eau Prévus

Les forages qui seront utilisés dans le cadre du plan d'alimentation en eau seront sélectionnés parmi les forages de reconnaissance dont le volume de pompage s'est avéré relativement important (plus de  $5 m^3/h$ ). Le volume de pompage assuré, le volume d'eau prévu, la profondeur et les niveaux d'eau des forages sont présentés sur la Figure 7.3-3.

Tableau 7.3-3 Le Volume d'Eau Prévus des forages

N° des forages	Le volume de pompage assuré ( $m^3/h$ )	le débit prévu ( $m^3/h$ )	la profondeur du forage (m)	le niveau d'eau de forage (m)
JF-2	11	10	58	14,3
JF-5A	5	5	62	13,6
JF-7B	18	15	46	7,7
JF-13A	30	25	58	4,1
F-5	35	25	66	8,0
F-6	35	25	66	8,0
Total	134	105		

### 3) Capacité des Pompes

La durée de fonctionnement des pompes afin d'assurer le volume d'eau maximum (2.000 m<sup>3</sup>) sera de 20 heures. Les capacités et les spécifications des pompes utilisées pour chaque forage sont présentées dans le Tableau 7.3-4 ci-dessous. Des pompes immergées destinées aux forages seront utilisées.

Le débit nécessaire des pompes sera déterminé en tenant compte du fait que le pourcentage de fonctionnement des forages est généralement de 80% environ et afin d'obtenir le volume d'eau maximum journalier au moyen des autres pompes au cas où un forage serait inutilisable en raison d'un problème de maintenance ou autres.

Tableau 7.3-4 Capacités et Spécifications des Pompes

N° des forages	Altitude (m)	Le débit nécessaire (m <sup>3</sup> /h)	La hauteur de relevage de pompe (m)	Nombre de pompes (unité)	Spécification	Profondeur de conception (m)
JF-2	137,1	0,2	50	1	Diamètre 50 mm, 3,7 kW	30
JF-5A	135,8	0,1	45	1	Diamètre 40 mm, 2,2 kW	30
JF-7B	128,3	0,3	50	1	Diamètre 65 mm, 5,5 kW	20
JF-13A	120,4	0,5	70	1	Diamètre 65 mm, 11,0 kW	25
F-5	129,2	0,5	45	1	Diamètre 65 mm, 7,5 kW	20
F-6	129,2	0,5	45	1	Diamètre 65 mm, 7,5kW	20

La hauteur de relevage de pompe sera définie en fonction du niveau d'eau du forage, de la dénivellation entre l'emplacement du forage et la station de pompage d'amenée, et de la perte par frottement à l'intérieur des tuyaux d'amenée jusqu'à la station de pompage d'amenée.

#### (2) Station de Pompage d'Amenée

La station de pompage d'amenée comprendra un réservoir de stockage temporaire de l'eau collectée et des installations de pompage d'amenée pour transporter l'eau du réservoir de stockage au réservoir de distribution.

##### 1) Volume Prévu d'Amenée d'Eau

Le volume prévu d'amenée d'eau est identique au volume d'alimentation maximum par jour, à savoir 2.000 m<sup>3</sup>.

##### 2) Capacité des Pompes d'Amenée d'Eau

La capacité des pompes d'amenée d'eau sera déterminée en tenant compte du débit

nécessaire des pompes, de la différence de hauteur avec le réservoir de distribution, des dégâts dus aux frottements dans les canalisations jusqu'au réservoir, etc.

La capacité des pompes d'amenée d'eau est présentée dans le Tableau 7.3-5.

Tableau 7.3-5 Capacités et Spécifications des Pompes d'Amenée d'Eau

Année de cible	Volume prévu (m <sup>3</sup> /min.)	Débit (m <sup>3</sup> /min./unité)	Hauteur (m)	Nombre de pompes	Spécifications
2005	1,4	0,7	45	3 (2 pompes habituels, 1 de rechange)	Pompe à volute aspiration simple (diamètre 65 mm, 18,5 kW)
2015	2,0	0,7	45	4 (3 pompes habituels, 1 de rechange)	

### 3) Réservoir de Réception

La capacité du réservoir de réception a été définie à une valeur correspondant à 20 minutes de fonctionnement en continue des pompes d'amenée d'eau. Le réservoir d'eau de réception sera construit avec l'abri des pompes et sa capacité tiendra compte de la future capacité des pompes d'amenée d'eau (plan d'aménagement à long terme).

Capacité utile du réservoir de réception d'eau = 0,7 m<sup>3</sup>/min. x 20 minutes x 3 pompes = 42 m<sup>3</sup>. Une valeur de 40 m<sup>3</sup> a donc été adoptée.

### (3) Conduite d'eau

Le diamètre du tuyau d'amenée sera défini à une valeur correspondant au volume d'alimentation maximum journalier en 2005.

Le tuyau d'amenée assurera l'amenée d'eau de la station de pompage d'amenée au réservoir de distribution et pourra être agrandi dans l'avenir.

Le Tableau 7.3-6 donne les caractéristiques du tuyau d'amenée pour chacune des années cibles 2005 et 2015.

Tableau 7.3-6 Caractéristiques du tuyau d'amenée pour chacune des années cibles

Année cible	Tuyau	Débit (m <sup>3</sup> /s)
2005	250 mm x 1 tuyau	0,023
2015	250 mm x 1 tuyau	0,032
	250 mm x 1 tuyau	

On sélectionnera la hauteur de relevage de la pompe d'amenée en tenant compte de l'augmentation de la perte par frottement, et pourra augmenter le nombre de pompes conformément à l'augmentation du débit pour faire face à l'accroissement de la demande dans le futur (2015).

#### (4) Réservoir de Distribution

Le réservoir de distribution sera installé sur une hauteur de la ville de Kiffa (Altitude 165 m) pour permettre la distribution d'eau par chute naturelle. La capacité du réservoir de distribution correspondra au volume d'eau maximum pour 12 heures adopté dans différentes villes en Mauritanie.

Le réservoir de distribution sera installé sur une des hauteurs dans l'Ouest de la ville. Et le volume sera comme suit.

$$2.000 \times 12/24 = 1.000 \text{ m}^3$$

#### (5) Tuyau de Distribution

Le tuyau de distribution sera ramifié en tuyaux de distribution pour la distribution d'eau dans toute la zone d'alimentation et tuyau principal; les tuyaux de distribution secondaires seront posés de manière à permettre la connexion de tuyaux d'alimentation pour les branchements particuliers. (à voir la Figure 7.3-3)

Parmi ces tuyaux, le tuyau principal sera en boucle pour assurer une alimentation en eau stable et la pression d'eau nécessaire.

Le diamètre du tuyau principal sera identique à celui du tuyau d'amenée; on prévoira un diamètre permettant l'obtention quotidienne de la pression hydrodynamique minimale (branchements particuliers  $1,0 \text{ kg/cm}^2$ , bornes fontaines  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ ) à l'extrémité des tuyaux de distribution pour pouvoir faire face à l'augmentation de la demande dans le futur.

L'étude du réseau de distribution a été faite selon les 4 cas suivants pour la zone Ouest et la zone Est, compte tenu de l'application de l'alimentation par plages horaires indiqué ci-dessus (7.2.2) et de l'alimentation en continu en cas de défaillance des tuyaux principaux (cas d'urgence).

Cas A Alimentation pendant 7 Heures - Situation normale (volume d'eau de 2005)

Cas B Alimentation pendant 7 Heures - Anomalie (volume d'eau de 2005)

Cas C Alimentation pendant 7 Heures - Situation normale (volume d'eau de 2015)

#### Cas D Alimentation pendant 7 Heures - Anomalie (volume d'eau de 2015)

Les Figures 7.3-4 à 7.3-7 indiquent les résultats des calculs effectués pour les 4 cas. (Tous les résultats du calcul pour le réseau de canalisations sont indiqués sous S-5 [Calcul des tuyaux] du Rapport de soutien.)

Comme le montrent ces résultats, le diamètre des tuyaux de distribution va de 63 à 300 mm, et leur longueur totale est de 41 km (inclut les canalisations de distribution principales non incluses dans le calcul du réseau de canalisations).

Le diamètre des tuyaux secondaires, défini à partir du diamètre minimal, sera fixé à 50 mm comme c'est généralement le cas en Mauritanie.

#### (6) Bornes-fontaines

Les bornes-fontaines seront principalement installées dans la zone III formée naturellement. Elles desserviront de 500 à 700 personnes dans un rayon maximum de 300 m, selon les critères en vigueur en Mauritanie. Il s'agira de bornes-fontaines de type kiosque à 6 robinets.

Les tuyaux reliant les canalisations d'alimentation aux bornes-fontaines publiques seront en PVC et auront 32 mm de diamètre.

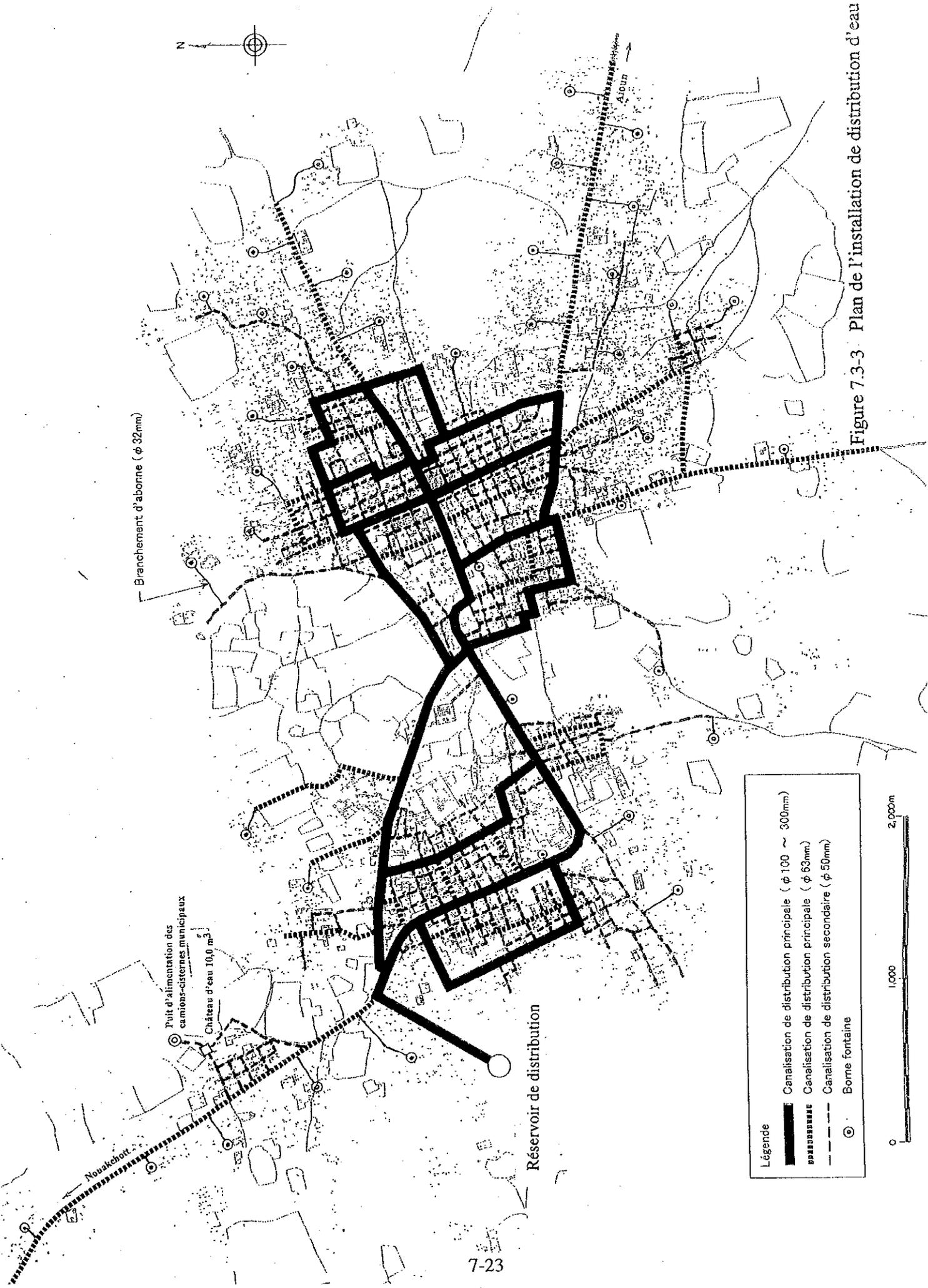


Figure 7.3-3 Plan de l'installation de distribution d'eau

Légende

HZ Niveau de Sol (m)  
 Q Débit (l/s)  
 HE Élévation utile (m)

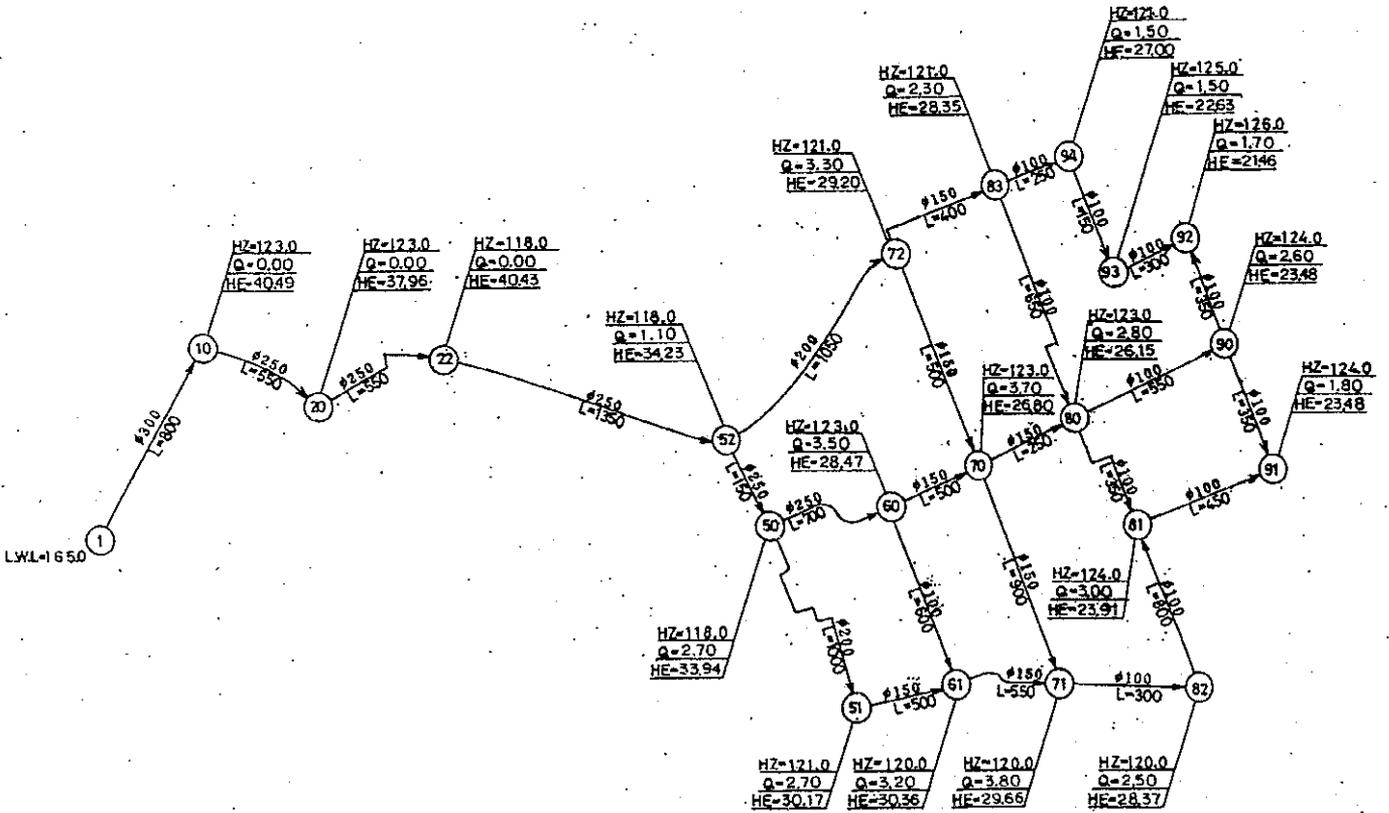
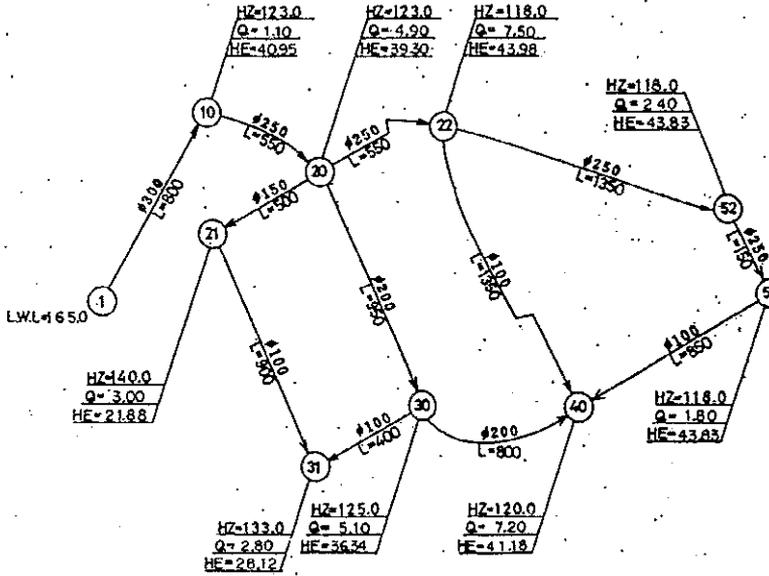


Figure 7.3-4 Cas A Alimentation pendant 7 Heures - Situation normale (volume d'eau de 2005)

Légende

HZ Niveau de Sol (m)  
 Q Débit (l/s)  
 HE Elévation utile (m)

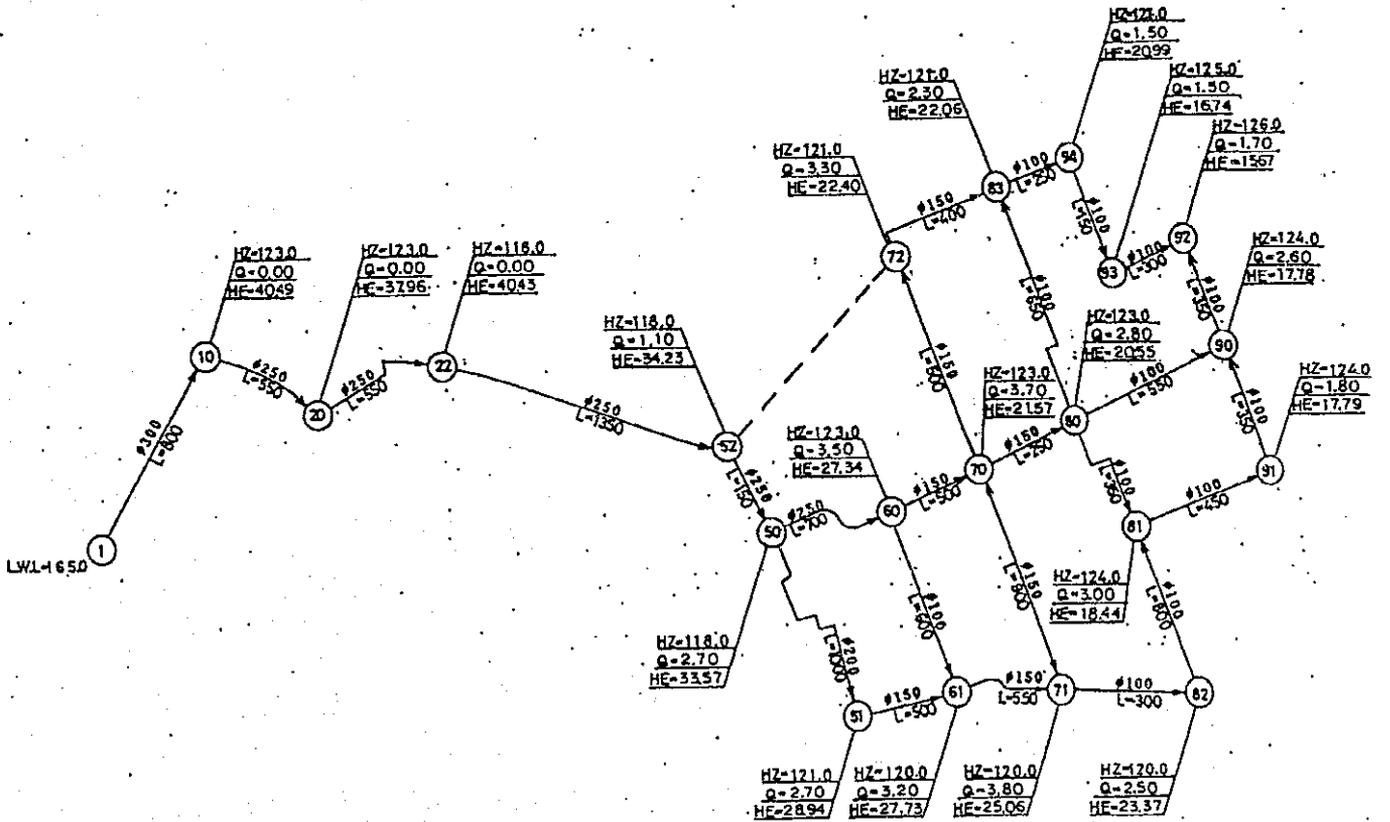
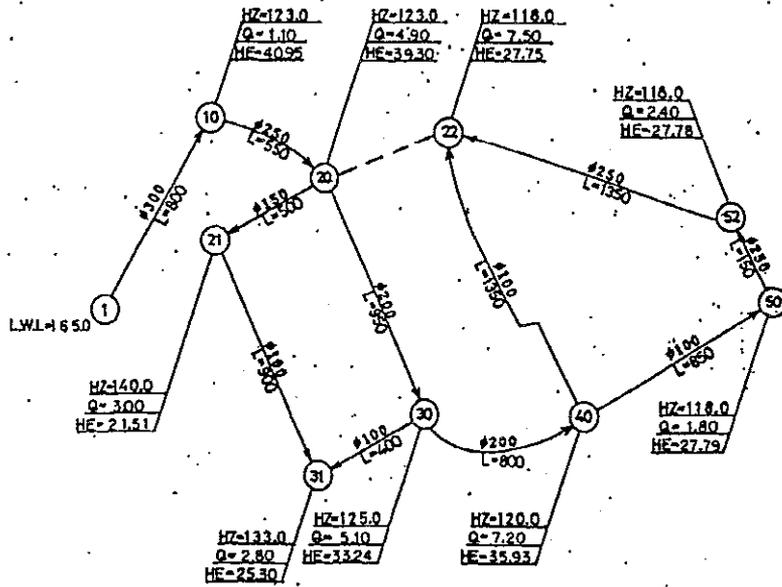


Figure 7.3-5 Cas B Alimentation pendant 7 Heures – Anomalie (volume d'eau de 2005)

Légende

HZ	Niveau de Sol (m)
Q	Débit (l/s)
HE	Élévation utile (m)

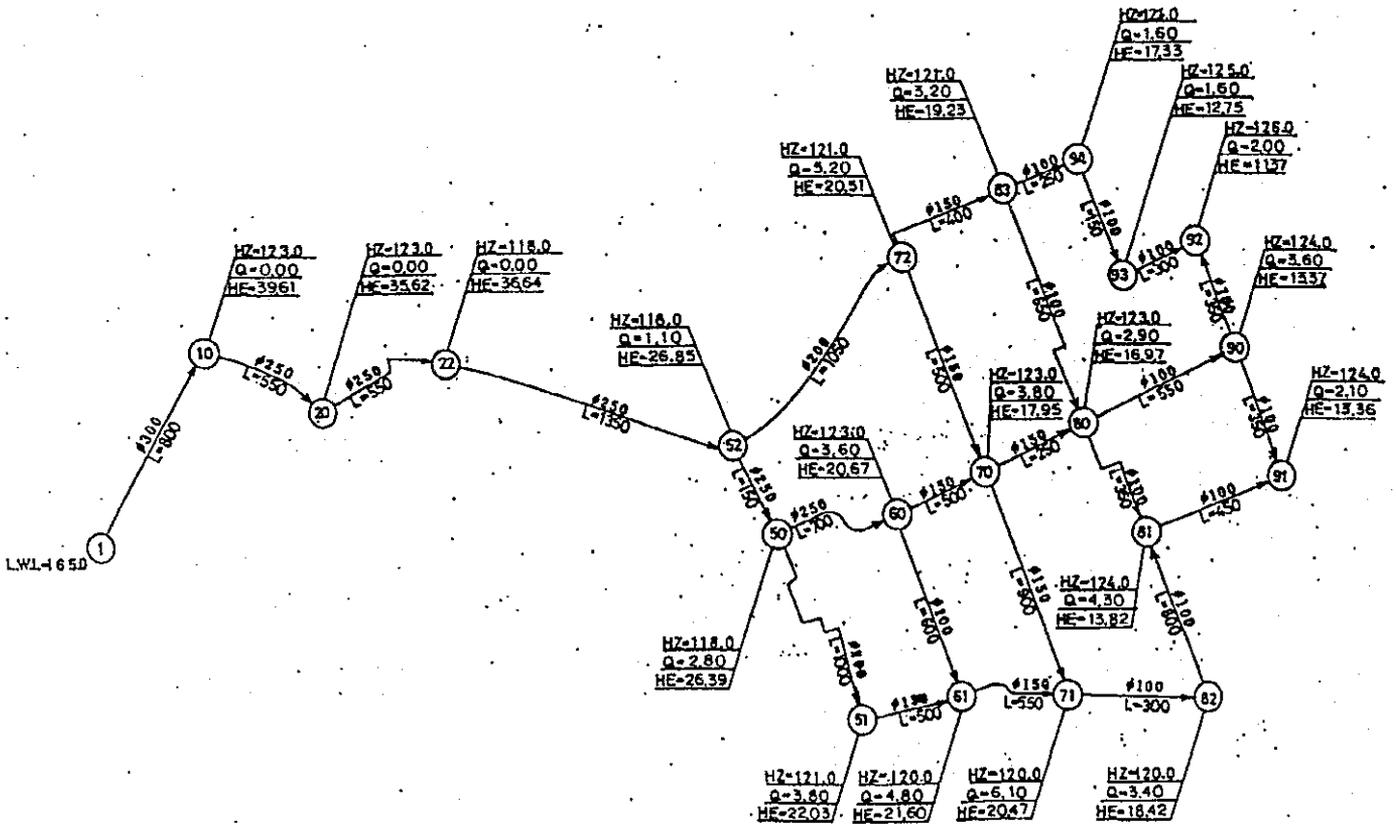
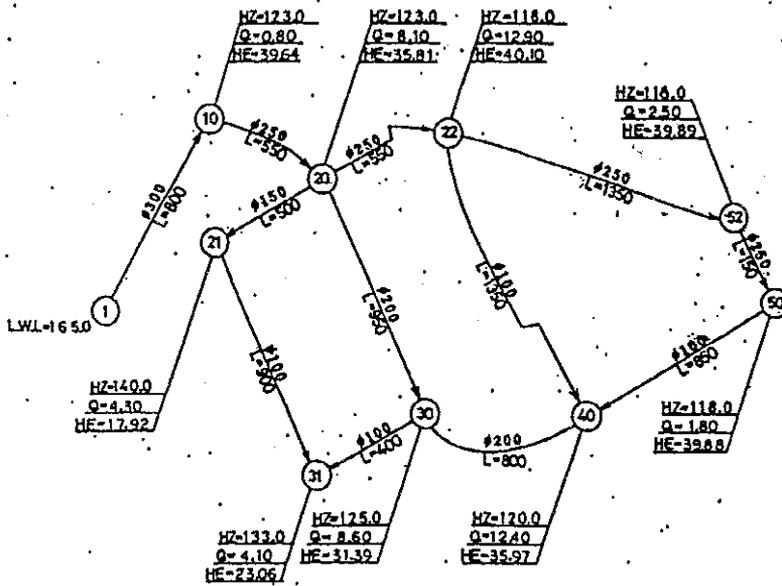


Figure 7.3-6 Cas C Alimentation pendant 7 Heures - Situation normale (volume d'eau de 2015)

Légende

HZ	Niveau de Sol (m)
Q	Débit (l/s)
HE	Élévation utile (m)

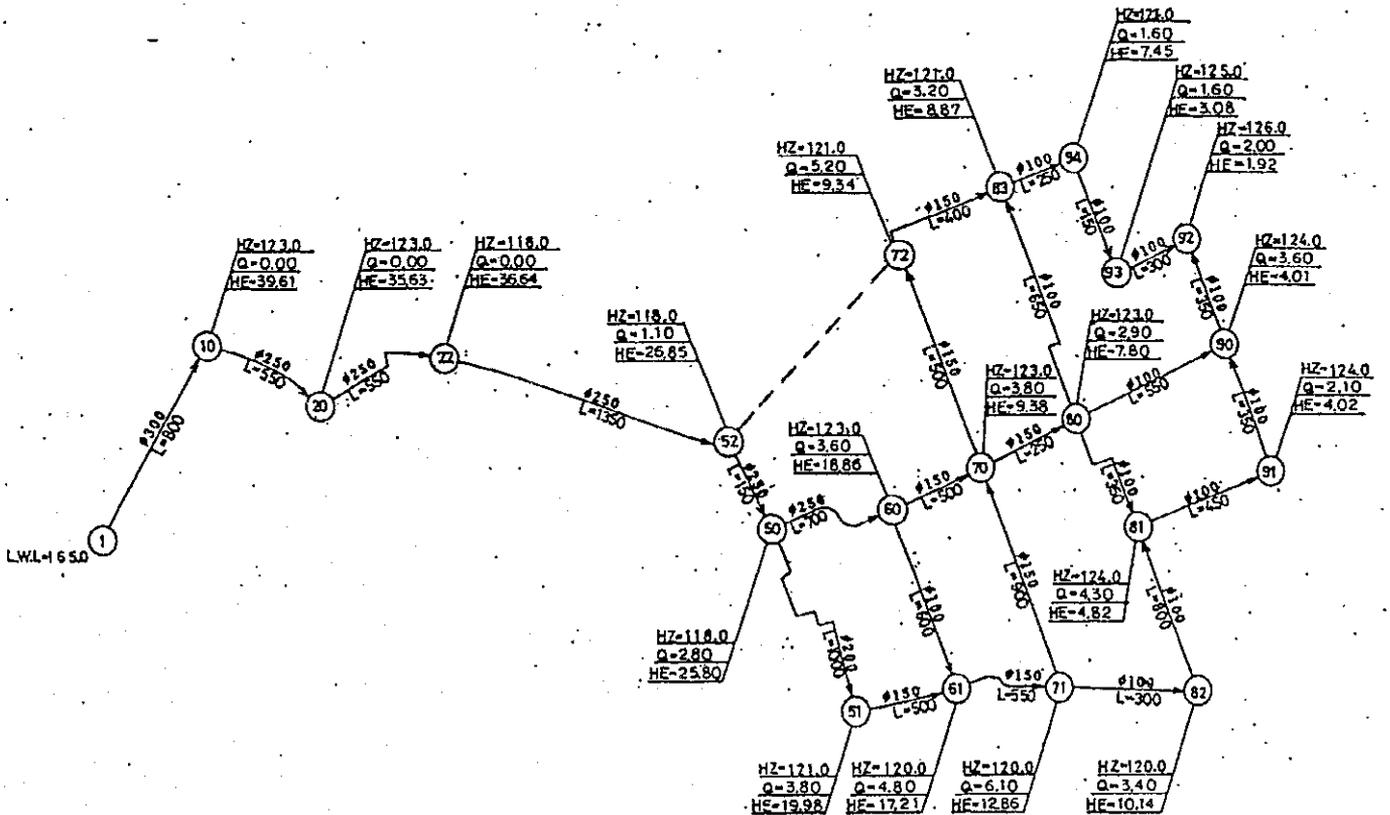
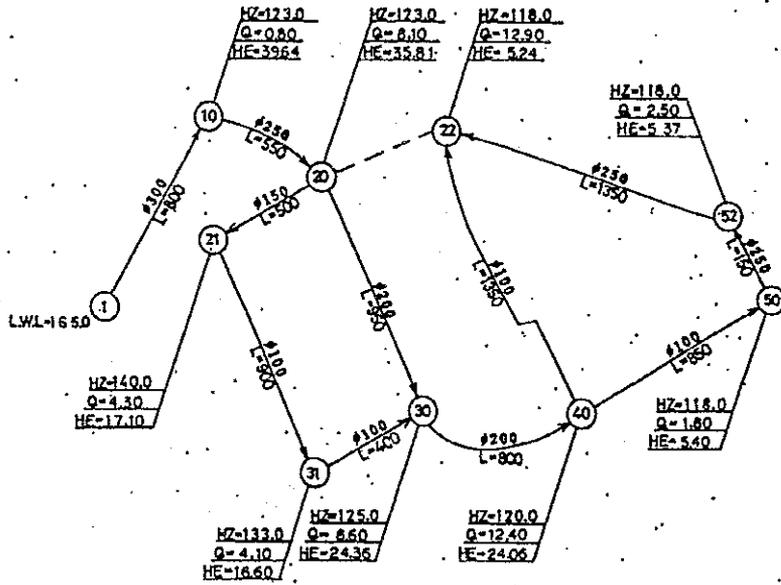


Figure 7.3-7 Cas D Alimentation pendant 7 Heures – Anomalie (volume d'eau de 2015)

### 7.3.3.3 Etude des Propositions de Remplacement

#### (1) Teneur des Propositions de Remplacement

Le plan d'installations d'alimentation en eau sera défini en tenant compte de l'état actuel des systèmes d'alimentation en eau en Mauritanie, de l'économie et de la simplicité de la maintenance; on étudiera diverses propositions de remplacement, et proposera le plan d'installations le mieux adapté. L'étude ci-dessous a été faite pour les 4 propositions indiquées dans le Tableau 7.3-7.

Tableau 7.3-7 Spécificités et Modélisation des Propositions de Remplacement

Cas	Spécificités	Figures de models
CAS-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 tuyau d'amenée d'eau</li> <li>• 1 réservoir de distribution sur la hauteur à l'Ouest</li> <li>• Distribution par chute naturelle</li> </ul>	
CAS-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuyau d'amenée double</li> <li>• 1 réservoir de distribution sur la hauteur à l'Ouest</li> <li>• Distribution par chute naturelle</li> </ul>	
CAS-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 tuyau d'amenée d'eau</li> <li>• 1 réservoir de distribution sur les terres basses à Ouest</li> <li>• Distribution d'eau sous pression</li> </ul>	
CAS-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuyau d'amenée double</li> <li>• 1 réservoir de distribution sur les terres basses à Ouest</li> <li>• Distribution d'eau sous pression</li> </ul>	

Le Tableau 7.3-8 indique la teneur des installations d'alimentation de chaque proposition de remplacement.

Tableau 7.3-8 Teneur des Installations d'Alimentation de Chaque Proposition de Remplacement

	CAS 1	CAS 2	CAS 3	CAS 4
<b>Forage, station de pompage</b>	6 emplacements	6 emplacements	6 emplacements	6 emplacements
<b>Pompe</b>				
• Nombre	6 unités	6 unités	6 unités	6 unités
• Débit	0,1-0,5 (m <sup>3</sup> /min./unité)			
• Hauteur de relevage	45-70 m	45-70 m	45-70 m	45-70 m
<b>Tuyaux d'amenée</b>				
• Type de tuyau	En fonte ductile	En fonte ductile	En fonte ductile	En fonte ductile
• Ø 200 mm	2.800 m	2.800 m	2.800 m	2.800 m
• Ø 150mm	9.500 m	9.500 m	9.500 m	9.500 m
• Ø 100mm	4.500 m	4.500 m	4.500 m	4.500 m
<b>Station de pompage d'amenée</b>	1 emplacements	1 emplacement	1 emplacements	1 emplacement
<b>Pompe d'amenée</b>				
• Nombre	3 unités (1 pompe de secours comprise)			
• Débit	0,7 (m <sup>3</sup> /min./unité)			
• Hauteur de relevage	45 m	40 m	40 m	45 m
<b>Réservoir de stockage</b>	1 unités	1 unité	1 unités	1 unité
• Capacité	40 m <sup>3</sup> /unité			
<b>Tuyaux de conduite</b>	tuyau simple	tuyaux double	tuyau simple	tuyaux double
• Diamètre	250 mm	200 mm	200 mm	150 mm
• Longueur	11 km x tuyau simple	11 km x tuyaux double	10,2 km x tuyau simple	10,2 km x tuyaux double
• Type de tuyau	En fonte ductile	En fonte ductile	En fonte ductile	En fonte ductile
<b>Station de distribution</b>				
<b>Réservoir de distribution</b>	1 unité (2 réservoirs)			
• Capacité	1000 m <sup>3</sup> (500 m <sup>3</sup> x2 réservoirs)			
• Lieu d'installation	Hauteurs à l'Ouest (élévation = 165 m)	Hauteurs à l'Ouest (élévation = 165 m)	Zone plate à l'Ouest (élévation = 125 m)	Zone plate à l'Ouest (élévation = 125 m)
• Méthode de distribution	Chute naturelle	Chute naturelle	Pressurisation par pompe	Pressurisation par pompe
• Structure, type	Béton armé, rectangulaire	Béton armé, rectangulaire	Béton armé, rectangulaire	Béton armé, rectangulaire
<b>Pompe de distribution</b>				
• Cabine de pompage	—	—	1 cabine	1 cabine
• Nombres de pompes	—	—	4 unités (1 pompe de secours comprise)	4 unités (1 pompe de secours comprise)
• Débit	—	—	1,0 (m <sup>3</sup> /min./unité)	1,0 (m <sup>3</sup> /min./unité)
• Hauteur de relevage	—	—	40 m	40 m
<b>Tuyau de réseau principal</b>				
• Type de tuyau	PVC	PVC	PVC	PVC
• Ø 300 mm	800 m	800 m	800 m	800 m
• Ø 250 mm	2.450 m	2.450 m	2.450 m	2.450 m
• Ø 200 mm	3.850	3.850	3.850	3.850
• Ø 150 mm	3.600 m	3.600 m	3.600 m	3.600 m
• Ø 100 mm	8.750 m	8.750 m	8.750 m	8.750 m
• Ø 63 mm	21.600 m	21.600 m	21.600 m	21.600 m
<b>Tuyau de réseau secondaire</b>				
• Type de tuyau	PVC	PVC	PVC	PVC
• Ø 50 mm	52.000 m	52.000 m	52.000 m	52.000 m
<b>Bornes fontaines</b>	39 emplacements	39 emplacements	39 emplacements	39 emplacements
• Type de tuyau d'installation	PVC	PVC	PVC	PVC
• Ø 25 mm	8.200 m	8.200 m	8.200 m	8.200 m

(2) Résultats de l'Etude

Le Tableau 7.3-9 indique les résultats de l'étude des propositions de remplacement.

Tableau 7.3-9 Résultats de l'Etude des Propositions de Remplacement

	Frais de construction	Frais de maintenance	Mesures contre les dégâts du tuyau d'amenée	Evaluation générale
CAS 1	Le moins cher	Distribution d'eau par gravitation naturelle, moins élevés que pour le CAS 3,4	1 tuyau, coupure d'eau possible	⊙
	○	○	△	
CAS 2	Plus cher env. 10% plus cher que les cas 1 et 3	Distribution d'eau par gravitation naturelle comme le CAS 1, moins élevés que pour le CAS 3,4	Les 2 tuyaux permettent d'assurer un certain volume d'eau	○
	X	○	○	
CAS 3	Bon marché, égale au CAS 1	Distribution d'eau sous pressurisation par pompe, les plus chers	1 tuyau, coupure d'eau possible	△
	○	X	△	
CAS 4	Moins cher que le cas 2, mais plus cher d'env. 5% que les cas 1 et 3.	Distribution d'eau sous pressurisation par pompe, les plus chers	Les 2 tuyaux permettent d'assurer un certain volume d'eau	△
	△	X	○	

Le tableau ci-dessus permet de constater que les cas 1 et 2 conviennent comme système d'alimentation en eau. Mais dans le cas 2, le coût de pose des tuyaux d'amenée d'eau est env. 10% plus élevé que dans le cas 1; ainsi, le cas 1 est-il jugé le mieux adapté, aussi bien du point de vue économique que facile pour la maintenance.

### 7.3.4 Plan d'Utilisation des Eaux Souterraines en Couches peu Profondes

Comme indiqué sur la Figure 7.3-8, l'eau de 13 forages publics s'est avérée être de bonne qualité et convient en tant qu'eau de boisson. Parmi ces points d'eau, les forages servant à alimenter les camions-citernes de la commune ont un débit de 150 m<sup>3</sup>/jour, relativement plus important que celui des autres forages, notamment de ceux utilisés par les vendeurs d'eau avec charrettes à ânes, et il sera possible de procéder à la division suivante dans le cadre du plan.

- ① Forages servant à alimenter les camions-citernes: approvisionnement par canalisations de régions déterminées
- ② Autres forages: alimentation par pompe manuelle

#### (1) Alimentation par Canalisations de Régions Déterminées

Comme ces forages sont situés dans la zone de Belemtar Est, ils assureront l'alimentation en eau dans un rayon limité de cette zone à densité de population relativement élevée. La Figure 7.3-8 indique la zone objet sélectionnée.

La population à desservir dans cette zone est de 2.700 habitants, ce qui fait environ 80 m<sup>3</sup>/jour pour une alimentation journalière de 30 l/personne.

Comme le montre la Figure 7.3-9, l'alimentation sera faite comme suit: station de pompage →réservoir surélevé →canalisation de distribution →branchements particuliers et bornes-fontaines (communes)(Voir le schéma des installations dans le recueil de plans).

Dans le cas de cet alimentation, du microbicide chlorique facilement trouvable sur le lieu tel que la Javel, la poudre de blanchiment, etc. sera mis périodiquement dans l'eau par l'équipement d'injection.

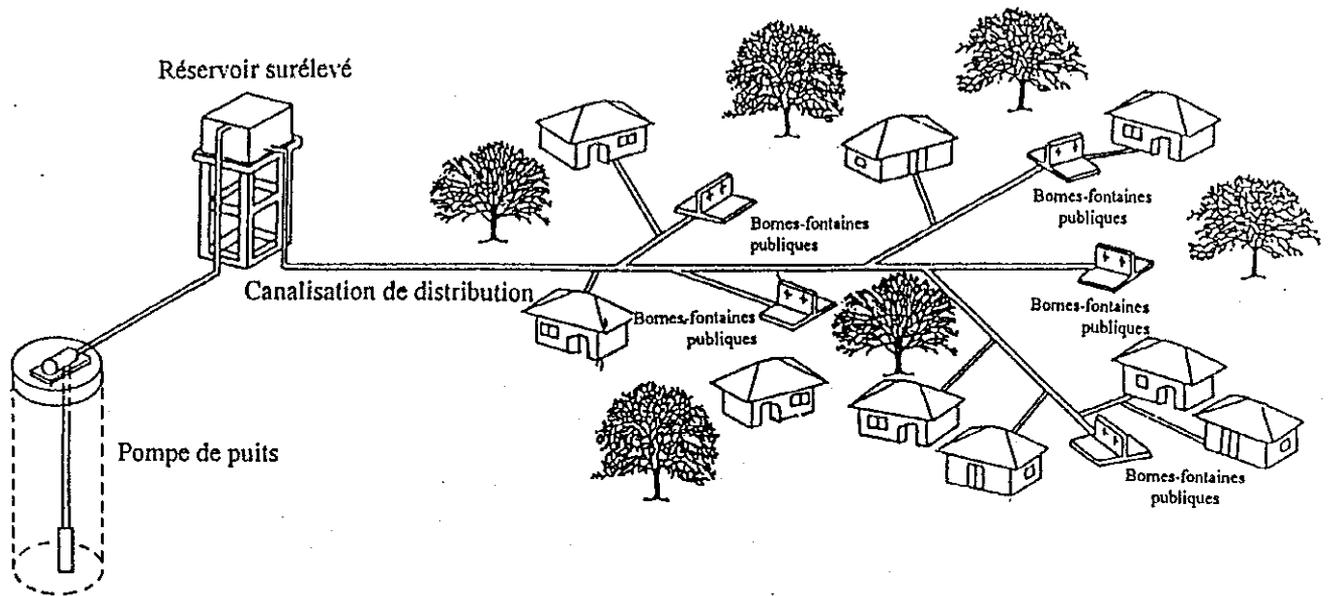


Figure 7.3-8 Modèle d'Alimentation par Canalisation vers des Régions Déterminées

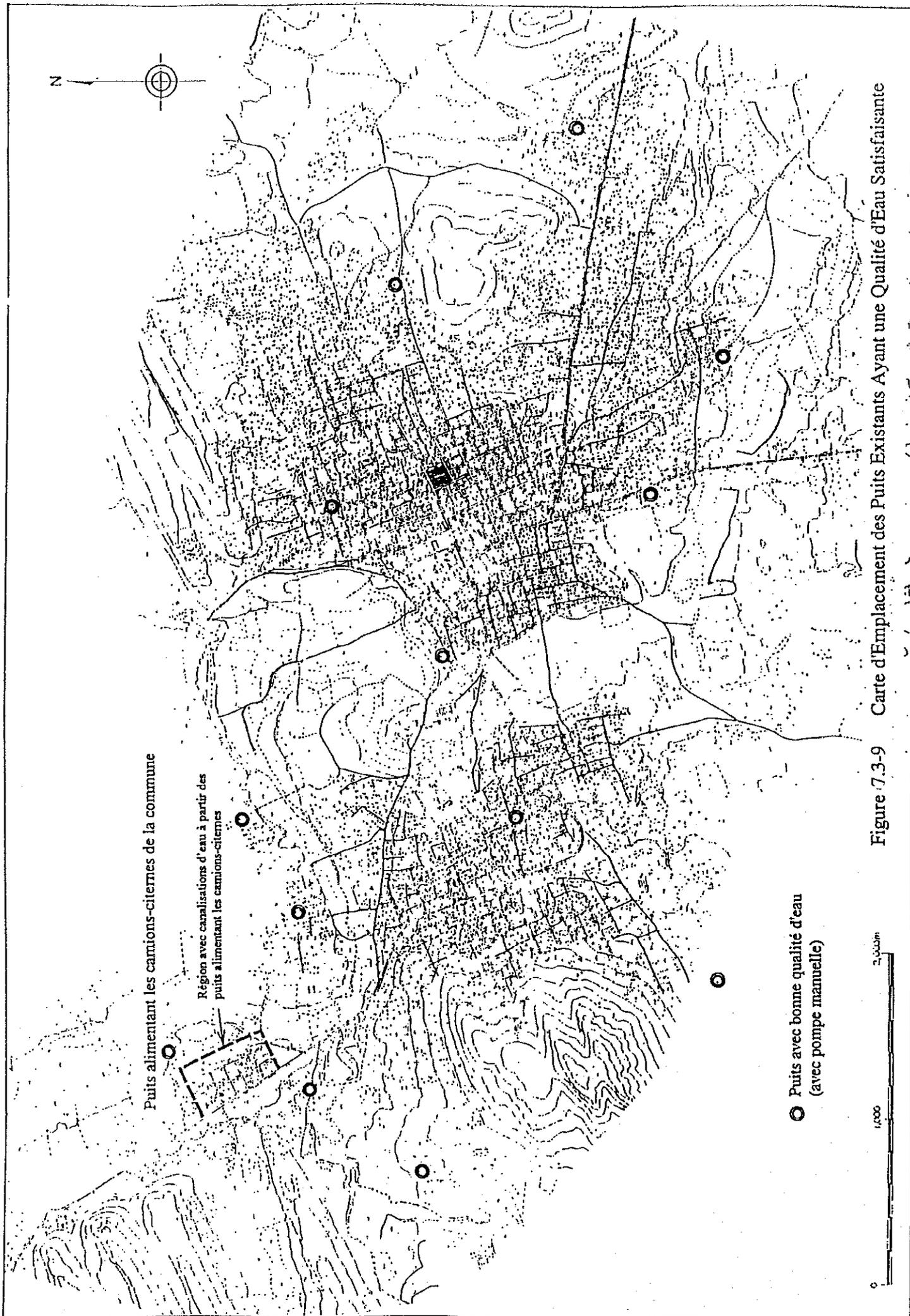


Figure 7.3-9 Carte d'Emplacement des Puits Existants Ayant une Qualité d'Eau Satisfaisante

Puits alimentant les camions-citernes de la commune

Région avec canalisations d'eau à partir des puits alimentant les camions-citernes

○ Puits avec bonne qualité d'eau (avec pompe manuelle)

0 1,000 2,000m

(2) Alimentation par Pompe Manuelle

Etant actuellement utilisés par des vendeurs d'eau avec charrettes à âne, ces forages seront tout d'abord renforcés avec des barrières autour de soi pour éviter l'approche de bétail et avec du béton pour éviter l'infiltration des excréments du bétail et des mesures d'évacuation nécessaires seront prises. Par ailleurs, des pompes seront mises en place pour que le puisage puisse être facilement effectué par les habitants ou les vendeurs d'eau. Un exemple d'installation d'alimentation en eau par pompe manuelle est présenté sur la Figure 7.3-10 ci-dessous.

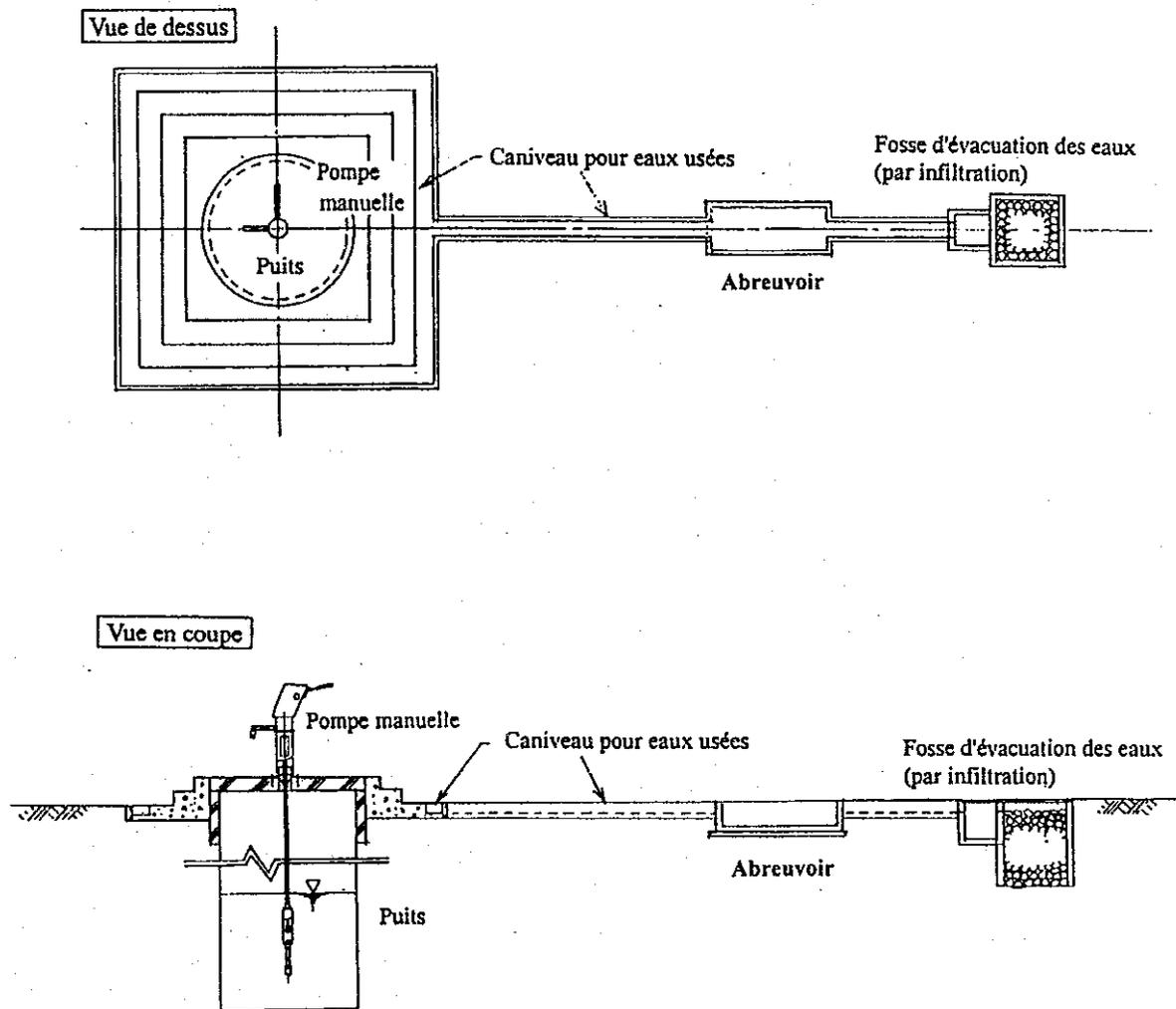


Figure 7.3-10 Installation d'Alimentation en Eau par Pompe Manuelle