

RAPPORT DE L'ETUDE DU PLAN DE BASE SUR LE PROJET DE L'ADDUCTION D'EAU
DANS LES VILLAGES RURAUX EN REPUBLIQUE DE DJIBOUTI

RAPPORT DE L'ETUDE DU PLAN DE BASE
SUR
LE PROJET DE L'ADDUCTION D'EAU
DANS LES VILLAGES RURAUX
EN
REPUBLIQUE DE DJIBOUTI

OCTOBRE 1991

OCTOBRE 1991

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

LIBRARY

GRF
~~91-117~~
91-117

JICA LIBRARY



1100991(7)

24299

**RAPPORT DE L'ETUDE DU PLAN DE BASE
SUR
LE PROJET DE L'ADDUCTION D'EAU
DANS LES VILLAGES RURAUX
EN
REPUBLIQUE DE DJIBOUTI**

OCTOBRE 1991

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

GRF

CR(2)

91-117

国際協力事業団

24299

AVANT-PROPOS

En réponse à la requête du Gouvernement de la République de Djibouti, le Gouvernement du Japon a décidé d'exécuter une étude du plan de base concernant le Projet de l'adduction d'eau dans les villages ruraux en République de Djibouti, et l'a confiée à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA).

La JICA a envoyé à Djibouti, du 31 mars au 9 mai 1991, une mission dirigée par M. Shoji OHTAKE, Division de la Coopération Financière Non-Remboursable, Direction de la Coopération Economique, Ministère des Affaires Etrangères.

La mission a échangé ses vues avec les autorités concernées du Gouvernement de Djibouti, et effectué les études sur le site. Dès le retour de cette mission au Japon, l'étude a été approfondie. Afin de discuter le contenu du rapport provisoire, une autre mission a été envoyée à Djibouti, et par la suite, le présent rapport a été rédigé.

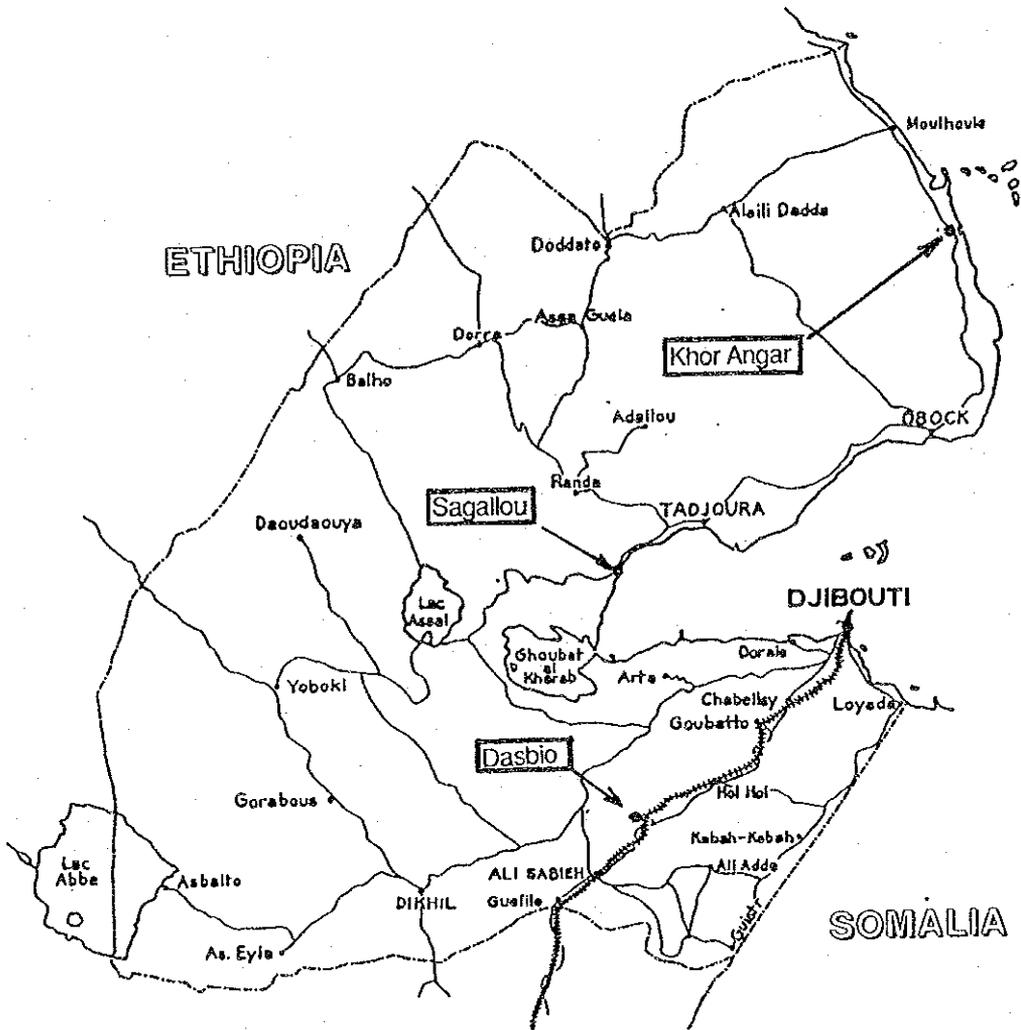
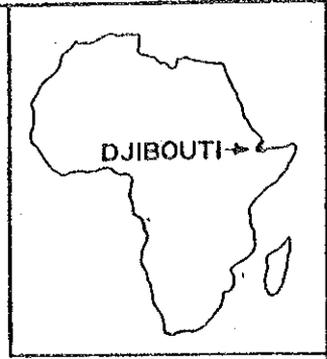
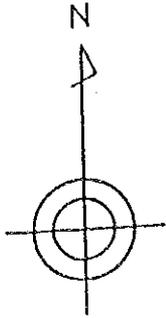
Je souhaite que ce rapport contribue à la promotion du Projet, et au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

Enfin, je voudrais exprimer mes remerciements sincères aux autorités concernées du Gouvernement de la République de Djibouti pour leur coopération aux missions.

Octobre, 1991



Kensuke Yanagiya
Président
Agence Japonaise de
Coopération Internationale

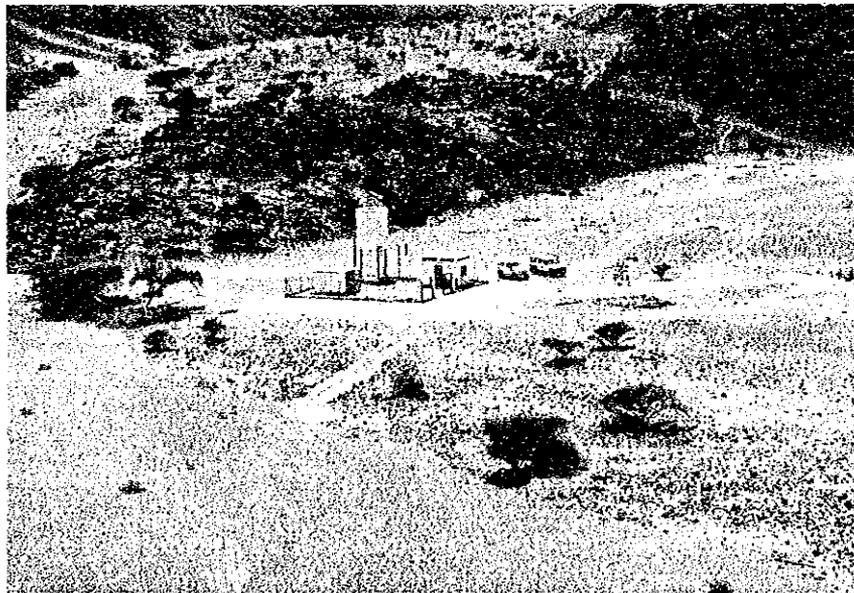


CARTE DE LOCALISATION

1) Zone du centre de Khor Angar



2) Installation hydraulique existante pour l'alimentation en eau à Khor Angar



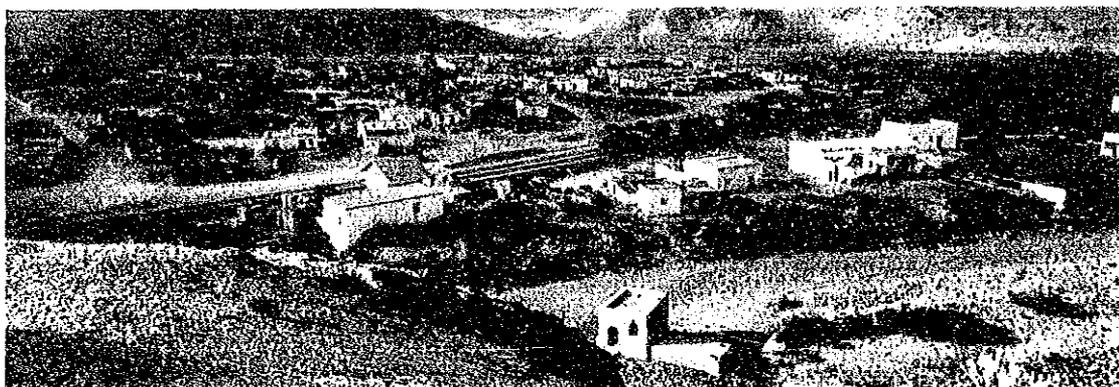
3) Zone du centre de Sagallou



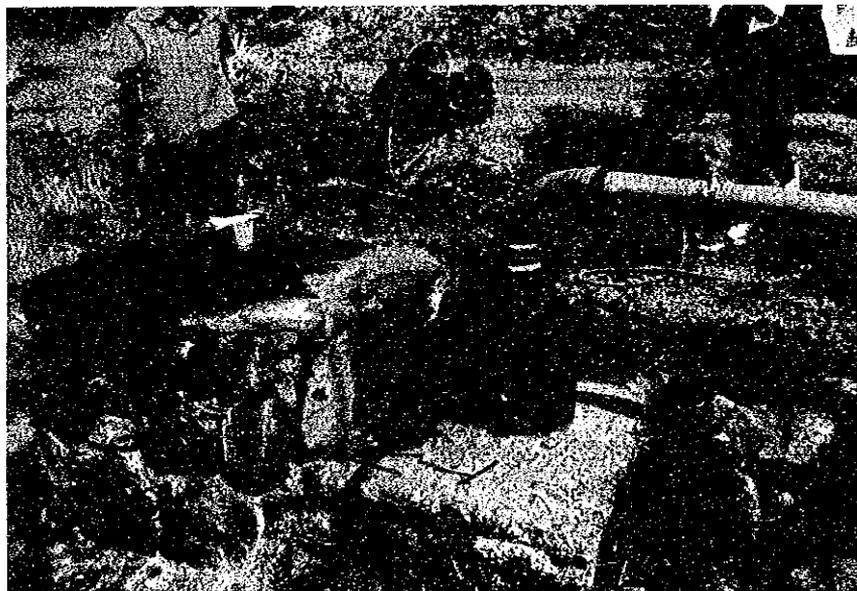
4) Forage existant pour l'alimentation en eau à Sagallou



5) Zone du centre de Dasbio



6) Forage existant pour l'alimentation en eau à Dasbio



RESUME

RESUME

La République de Djibouti (appelée par la suite en abrégé "Djibouti"), située à l'Afrique de l'Est donnant sur le Golfe d'Aden, est devenue indépendante de la France en juin 1977. Elle compte actuellement une population de 500.000 habitants, et le PIB par habitant y est de 475 \$ US (statistiques de Djibouti, 1986). Après son indépendance, le pays s'est développé en se centrant principalement sur des activités commerciales, mais l'orientation fondamentale du Second Plan de développement national pour 1990-2000 prévoit en particulier des mesures pour la protection de l'environnement et des mesures contre la désertification concernant l'ensemble du pays. Dans le cadre de ce plan, le Gouvernement djiboutien a établi de mesures visant au développement agricole, à l'élargissement de la surface cultivée (augmentation de la production agricole), à l'introduction de nouvelles cultures et à la sédentarisation des nomades, et comme assise de ce plan, il s'efforce de faire progresser le développement des ressources en eau et les installations de l'alimentation en eau.

Les adductions d'eau existant à Djibouti, celle de la capitale Djibouti, et celles des 4 autres villes principales (Obock, Tadjoura, Dikhil et Ali Sabieh) sont gérées et exploitées par l'Office National des Eaux de Djibouti (ONED), alors que celles des autres villes dépendent du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural. Les précipitations annuelles étant trop faibles (180 mm), pour assurer l'approvisionnement en eaux de surface, Djibouti dépend des eaux souterraines comme ressources en eau. Pour la qualité de l'eau, la teneur en sel est généralement forte, et il y a des zones où ce taux est 4 fois supérieur à la valeur (250 mg/l) définie par l'OMS; les conditions hydrogéologiques rendent difficile l'obtention d'eau de bonne qualité, mais la fourniture d'une quantité d'eau stable sera encore la priorité numéro un du Gouvernement de Djibouti.

A Djibouti comme dans les 4 autres villes principales, les installations allant du captage au transport et à la distribution de l'eau sont aménagées dans le cadre de l'adduction d'eau, et les

habitants sont approvisionnés par robinet familial ou fontaineries collectives. Actuellement, le volume d'eau fourni dans ces villes est de 49 à 180 l par personne et par jour. Dans les autres villes et villages, l'eau fournie par des camions citernes des collectivités locales, par des forages et par des puits construits par le Service de Génie rural sous tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, et par des puits traditionnels creusés par les habitants des zones concernées, et cet approvisionnement est instable du point de vue de la quantité.

Vu cette situation, de 1979 à 1983, le gouvernement djiboutien a effectué une étude fondamentale géologique et hydrogéologique, avec l'aide de l'Allemagne de l'Ouest, et le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural a établi le projet de l'adduction en eau concernant 8 villages essentiels. Des installations de captage, comprenant forage, réservoir et groupe électrogène, etc. ont été installées dans 6 villages avec l'aide non remboursable du Gouvernement italien (1989-1991), et ce même ministère a assuré la construction de forages dans les 2 villages restants sur fonds propres. Mais pour des raisons hydrologiques et de qualité d'eau, ces forages ont été construits loin des zones à alimenter, et les installations de transport et de distribution de l'eau n'étant pas aménagées, les habitants des zones concernées sont actuellement approvisionnés par camion citerne, ou bien ils se déplacent eux-mêmes jusqu'aux robinets des forages pour s'approvisionner.

Pour sortir de cette situation, le Gouvernement djiboutien a établi un plan pour des installations de transport et de distribution de l'eau dans la zone du projet depuis les forages existants, mais ses problèmes financiers ne lui permettant pas d'envisager de concrétiser lui-même ce projet, il a sollicité la Coopération financière non remboursable du Japon pour l'exécution de la construction des installations de transport et de distribution de l'eau dans trois villages où la situation est la plus critique: Khor Angar, Sagallou et Dasbio.

Après l'étude de la requête du Gouvernement de Djibouti, le Gouvernement du Japon a décidé l'exécution d'une étude du plan de base concernant ce projet. L'Agence Japonaise de Coopération Internationale, sur la demande du Gouvernement du Japon, a délégué à Djibouti du 31 mars au 9 mai, une mission d'étude du plan de base. Les membres de la mission ont discuté du contenu de la requête avec les personnes autorisées du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural de la République de Djibouti, ont effectué une étude sur place, et ont collecté des informations en relation avec les projets hydrauliques. Après leur retour au Japon, ils ont analysé le contenu des discussions, le contenu de l'étude sur place, les informations et les documents collectés, ont étudié la pertinence de la coopération pour ce projet, et établi une ébauche de rapport final.

L'organisme d'exécution du projet sera le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, et Le Service du Génie Rural sous sa tutelle, assurera la maintenance des installations achevées. Les résultats de l'étude sur place et de l'analyse au Japon ont permis de projeter l'accroissement de la population et l'augmentation de la consommation d'eau aux environs de l'an 2001, dans 10 ans, et le volume d'eau unitaire prévu est de 40 l par personne et par jour. Le tableau ci-dessous indique les caractéristiques et un résumé des installations prévues dans le cadre de l'étude du plan de base.

(1) Caractéristiques du projet

Item	Khor Angar	Sagallou	Dasbio
Année objectif	2001	2001	2001
Population bénéficiaire	6.620 hab.	2.690 hab.	1.344 hab.
Volume d'eau du projet	314.800 l/jour	137.600 l/jour	78.600 l/jour
Volume d'eau pour la consommation humaine	274.800 l/jour	107.600 l/jour	53.600 l/jour
Volume d'eau pour le bétail	40.000 l/jour	30.000 l/jour	25.000 l/jour

(2) Aperçu des installations

Zone	Installations de la requête	Contenu des installations	Caractéristiques et portée	Quantité
Khor Angar	Installation mécanique et électrique	Travaux de pose de ligne électrique		1 unité
	Installation de transport et de distribution	Pose de canalisations Réservoir de distribution Accessoires pour fontaineries	Ø 80 ~ Ø 150 200 m ³ 1unité, 100 m ³ 1unité	17,7 km 2 unités 1 lot
	Travaux de Installation hydraulique	Fontaineries collectives		1 lot
Sagallou	Installation mécanique et électrique	Pompe immergée Groupe électrogène	Q=12,0m ³ /h, haut. de refoulement 94 m plus de 39KVA x 220/380V x 50Hz	1 unité 1 unité
	Installation secondaire	Abri de groupe électrogène Abri de gardien Travaux de clôture	18,4 m ² 17,2 m ²	1 unité 1 unité 1 lot
	Installation de transport et de distribution	Pose de canalisations Réservoir de distribution Accessoires pour fontaineries	Ø 30 ~ Ø 125 200 m ³	4,5 km 1 unité 1 lot
	Installation hydraulique	Fontaineries collectives		1 lot
Dasbio	Installation mécanique et électrique	Pompe immergée Pompe de transport Groupe électrogène	Q=7,0m ³ /h, haut. de refoulement 18 m Q=7,0m ³ /h, haut. de refoulement 128 m plus de 31KVA x 220/380V/50Hz	1 unité 1 unité 1 unité
	Installation secondaire	Abri de groupe électrogène Abri de gardien	18,4 m ² 17,2 m ²	1 unité 1 unité
	Installation de transport et de distribution	Pose de canalisations	Ø 30 ~ Ø 100	8,7 km
		Réservoir Réservoir de distribution Accessoires pour fontaineries	25 m ³ 100 m ³	1 unité 1 unité 1 lot
	Installation hydraulique	Fontaineries collectives		1 lot

Si ce projet est exécuté dans le cadre de la Coopération financière non remboursable du Japon, il devra être réalisé en 2 phases. La première phase, qui concernera le village de Khor Angar, demandera 4 mois pour l'établissement du plan d'exécution et des travaux d'appel d'offres, et 12 mois environ pour les travaux de construction comprenant la fabrication et le transport des équipements et matériaux. La seconde phase concernera les villages de Sagallou et Dasbio, il faudra 2 mois environ pour l'établissement du plan d'exécution et les travaux d'appel d'offres et 12 mois pour les travaux de construction comprenant la fabrication et le transport des équipements et matériaux. Le coût est estimé à 3 millions yens pour la charge prise par la partie djiboutienne.

Le Gouvernement de Djibouti a placé de projet en tant que mesure d'urgence pour l'amélioration de l'alimentation en eau des villages de Khor Angar, Sagallou et Dasbio, où l'insuffisance en eau est catastrophique, dans le cadre de son projet de l'adduction d'eau en vue de la sédentarisation de la population rurale. Actuellement, les habitants s'approvisionnent en eau comme dans le passé à des puits existants à l'eau malsaine et aux camions citernes contrôlés par les collectivités locales, et la quantité d'eau unitaire actuelle dans chaque zone du projet est de 5 l par personne et par jour. L'exécution du projet permettra de porter ce volume à 40 l par personne et par jour pour environ 8.000 habitants, et contribuera donc à l'amélioration des conditions de vie des habitants, et à leur sédentarisation; par conséquent, on estime très significative la réalisation de ce projet dans le cadre de la Coopération financière non remboursable du Japon.

Après l'achèvement de ces installations, le Service du Génie rural sous tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural sera responsable de leur maintenance, telle que la pompe immergée et le groupe électrogène, et les collectivités locales s'occuperont de la maintenance simple (remplacement des robinets, etc.) et de l'exploitation (achat de carburant, de pièces d'usure pour le groupe électrogène, etc. et fonctionnement d'équipement). Dans le cadre des zones du projet, ces activités ne devraient pas poser de problème sur

le plan de l'organisation, exceptée de Khor Angar. Actuellement, le Service du Génie rural installera une brigade de maintenance de la même structure que l'ancienne dans le secteur Nord, et l'on estime qu'elle n'aura pas de problème du point de vue système d'exécution parce qu'elle est en train de confier le secteur Sud à la brigade existante. Du point de vue du budget, les frais de maintenance annuels (environ 1.415.000 à 1.509.000 FDJ) à des adductions d'eau des trois villages (Khor Angar, Sagallou et Dasbio) du projet correspondent à environ 2% du budget total de la collectivité locale (88.554.000 à 110.985 FDJ), et si le budget de maintenance de la collectivité locale était insuffisant, un système est prévu pour que le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural le subventionne, ce qui permet de dire qu'il n'y aura pas de problème. De plus, avec l'aménagement graduel des adductions d'eau villageoises dans l'avenir, nous recommandons de confirmer et d'exécuter les points suivants nécessaires à l'exploitation régulière et efficace des installations du projet.

- 1) Addition d'ouvriers poseurs de canalisations pour la maintenance des installations de transport et de distribution de l'eau à la brigade de maintenance actuelle, et dans l'avenir, passage à 3 brigades de maintenance en renforçant les brigades actuelles, et gestion du système de maintenance à Djibouti en le divisant en secteur Nord, secteur Centre et secteur Sud.
- 2) Il faudra dresser le budget de maintenance annuel des collectivités locales au fur et à mesure de la progression de l'aménagement des installations hydrauliques au niveau régional.

Table des matières

Avant-propos	
Carte de localisation	
Photos	
Résumé	
Table des matières	
CHAPITRE 1 INTRODUCTION	1
CHAPITRE 2 ARRIERE-PLAN DU PROJET	3
2.1 Présentation de la République de Djibouti	3
2.1.1 Généralités	3
2.1.2 Economie nationale	8
2.1.3 Situation de l'aide internationales	14
2.2 Aperçu des installations d'alimentation en eau	18
2.2.1 Organisation administrative	18
2.2.2 Situation actuelle de l'alimentation en eau	21
2.3 Aperçu des projets connexes	30
2.3.1 Aperçu du plan de développement	30
2.3.2 Plan de développement régional	33
2.3.3 Projet d'alimentation en eau	34
2.4 Historique et contenu de la requête	35
2.4.1 Historique de la requête	35
2.4.2 Contenu de la requête	36
CHAPITRE 3 APERÇU DE LA ZONE DU PROJET	39
3.1 Aperçu de la zone du projet	39
3.1.1 Village de Khor Angar	39
3.1.2 Village de Sagallou	40
3.1.3 Village de Dasbio	42
3.2 Situation des forages prévus comme source d'alimentation	43
3.2.1 Forages et installations de captage	43
3.2.2 Qualité de l'eau	44
3.2.3 Volume d'eau	45

CHAPITRE 4 CONTENU DU PROJET	47
4.1 Objectif du projet	47
4.2 Etude du contenu de la requête	47
4.2.1 Pertinence et nécessité du projet	47
4.2.2 Projets similaires et projets d'aide des organismes internationaux, etc.	48
4.2.3 Contenu des installations et des équipements et matériaux de la requête	48
4.2.4 Nécessité de la coopération technique	55
4.2.5 Orientation de base de la coopération	55
4.3 Aperçu du projet	56
4.3.1 Organisme d'exécution et système d'exploitation	56
4.3.2 Aperçu des installations, et des équipements et matériaux	58
4.3.3 Projet de maintenance	59
 CHAPITRE 5 PLAN DE BASE	 63
5.1 Orientation du plan de base	63
5.2 Etude des conditions du plan de base	65
5.2.1 Année objectif du projet	65
5.2.2 Population du projet et têtes de bétail	65
5.2.3 Volume d'eau du projet	67
5.2.4 Méthode et système de distribution d'eau	69
5.2.5 Installations de transport et de distribution	69
5.2.6 Période d'alimentation et période de fonctionnement de la pompe	71
5.2.7 Installation hydraulique	71
5.3 Plan de base	71
5.3.1 Khor Angar	71
5.3.2 Sagallou	77
5.3.3 Dasbio	81
5.3.4 Schémas du plan de base	87
5.4 Plan d'exécution	101
5.4.1 Orientation de l'exécution	101
5.4.2 Conditions de la construction et points à considérer lors de l'exécution	102

5.4.3 Plan de supervision de l'exécution	102
5.4.4 Projet de fourniture des équipements et matériaux	103
5.4.5 Programme d'exécution	104
5.4.6 Coût du projet	106
 CHAPITRE 6 EFFETS DU PROJET ET CONCLUSION	 107

Documents annexes

1. Composition de la mission d'étude	A- 1
2. Programme de l'étude	A- 3
3. Liste des principales personnes rencontrées	A- 7
4. Liste des documents collectés	A-10
5. Procès-Verbal	A-12
6. Relevés des essais de pompage et résultats	A-20
7. Calcul du volume puisable des forages existants	A-43
8. Critères de calcul des frais de gestion-entretien	A-48

Liste des tableaux

- Tableau- 1 Evolution de la population à Djibouti (1978-1988)
- Tableau- 2 Observations Météorologique Moyennes (moyenne de 1970-1987)
- Tableau- 3 Produit National Brut Djiboutien
- Tableau- 4 Tendances du commerce extérieur
- Tableau- 5 Evolution des principaux produits importés
- Tableau- 6 Finances de l'Etat
- Tableau- 7 Orientation de l'aide au développement public
- Tableau- 8 Détail de l'aide par secteur
- Tableau- 9 Aide japonaise envers Djibouti
- Tableau-10 Volume d'consommé (zone alimentée par l'ONED dans l'ensemble du pays, 1989)
- Tableau-11 Valeurs maxmales, minimales et moyennens des concentrations des ions des eaux souterraines dans l'ensemble du pays (44 analyses, 1978)
- Tableau-12 Qualité de l'eau de 5 villes principales de Djibouti
- Tableau-13 Conductivité des forages principaux de Djibouti
- Tableau-14 Tarification de l'eaux
- Tableau-15 Bilan de la balance de l'ONED (1990)
- Tableau-16 Montant des investissements par ministère (1990)
- Tableau-17 Détail des investissements du Ministère de l'Industrie (1990)
- Tableau-18 Projet d'investissements du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (1990)
- Tableau-19 Plan de l'agriculture et de la pêche
- Tableau-20 Projets d'aide concernant les adductions d'eau
- Tableau-21 Aperçu des forages existants
- Tableau-22 Résultats des analyses de l'eau lors de la construction des forages (Khor-Angar, Sagallou)
- Tableau-23 Résultats de l'analyse de l'eau (1991)
- Tableau-24 Contenu des installations, et des équipements et matériaux du projet
- Tableau-25 Evolution du budget du Génie Rural
- Tableau-26 Evolution du budget des frais de maintenance au cours des 3 dernières années
- Tableau-27 Population bénéficiaire du projet
- Tableau-28 Têtes de bétail du projet

Tableau-29	Besoins moyens en eau par personne dans les pays en voie de développement (l/jour)
Tableau-30	Volume moyen nécessaire par jour pour le bétail (l/tête)
Tableau-31	Volume d'eau du projet pour les 3 villages
Tableau-32	Vitesse du flux pour les différents diamètres
Tableau-33	KVA de démarrage selon méthode de démarrage
Tableau-34	Débit aux différents points
Tableau-35	Effets et amélioration de la situation actuelle découlant de l'exécution du projet

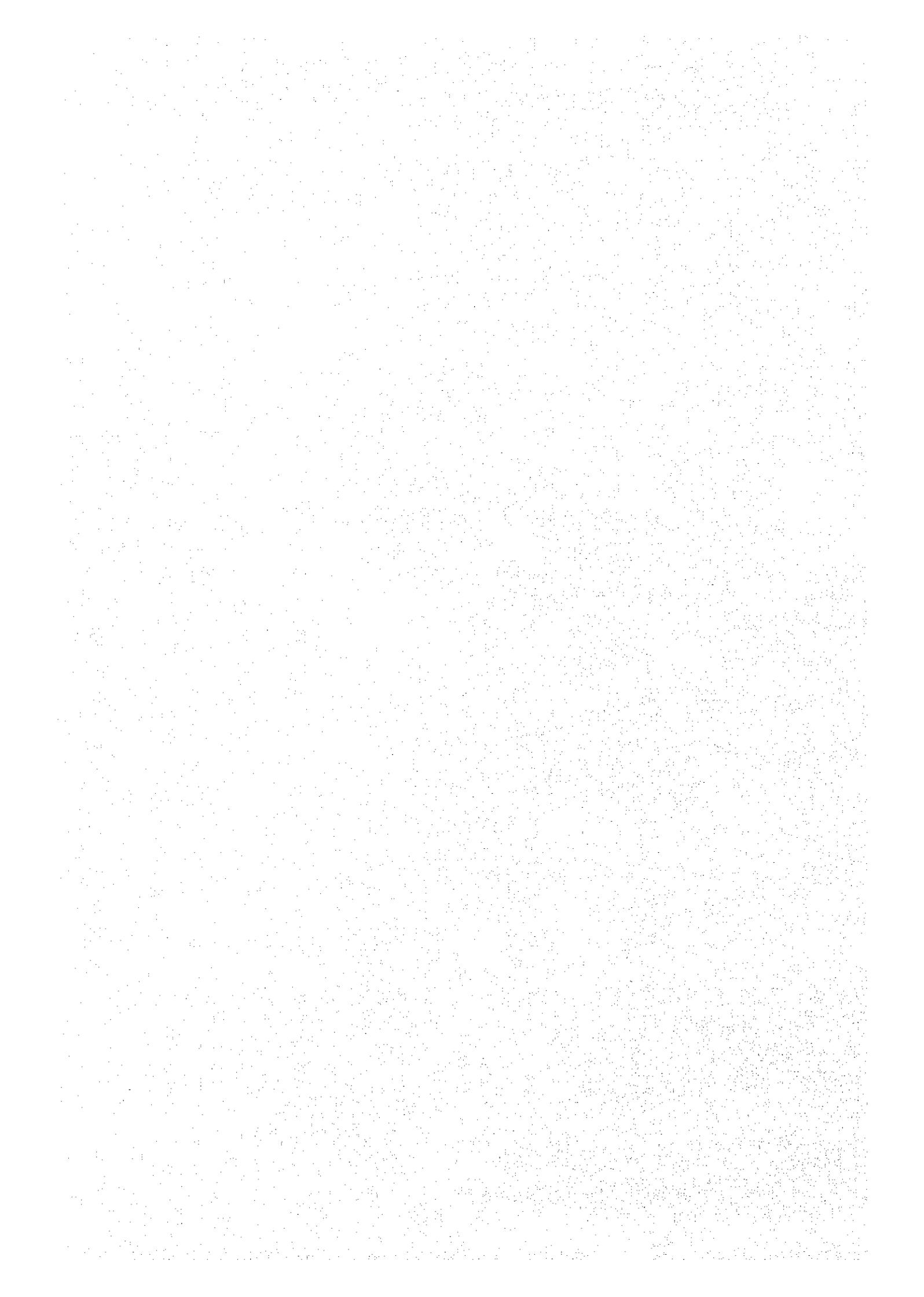
Tableau des cartes et schémas

Figure- 1	Esquisse géologique de la République de Djibouti
Figure- 2	Orientation de l'aide au développement public
Figure- 3	Part de l'aide par secteur
Figure- 4	Organigramme du Comité National des Ressources en Eau
Figure- 5	Emplacement des forages principaux de Djibouti
Figure- 6	Estimations approximatives des possibilités d'utilisation des eaux souterraines, à partir des forages, pour l'irrigation
Figure- 7	Plan du Projet de l'adduction d'eau de Khor-Angar
Figure- 8	Plan du Projet de l'adduction d'eau de Sagallou
Figure- 9	Plan du Projet de l'adduction d'eau de Dasbio
Figure-10	Organigramme Général de Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
Figure-11	Système d'exécution de la partie djiboutienne
Figure-12	Vitesse du flux du tuyau
Figure-13	Efficacité de la pompe
Figure-14	Plan de conception de l'installation de captage d'eau et du réservoir
Figure-15	Plan de conception de l'installation de captage d'eau et du réservoir
Figure-16	Plan de conception de l'installation de transport de l'eau
Figure-17	Système d'exécution
Figure-18	Programme d'exécution

Tableau des abréviations

ONED	:L'OFFICE NATIONAL DES EAUX DE DJIBOUTI
SAIRD	:SOCIETE ARABE ET INTERNATIONALE DE LA RAFFINERIE DE DJIBOUTI
PNB	:LE PRODUIT NATIONAL BRUT
OCDE	:ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE
PNUD	:PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT
ISERT	:INSTITUT SUPERIEUR D'ETUDES ET DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

CHAPITRE 1 INTRODUCTION



CHAPITRE 1 INTRODUCTION

La République de Djibouti (appelée par la suite "Djidouti") a jusqu'ici promu des projets de développement centrés sur les activités commerciales, y compris les services portuaires existants, mais dans son Second Plan de développement national 1990-2000, il a mis l'accent essentiellement sur la protection de l'environnement et la lutte contre la désertification, l'augmentation du niveau de l'éducation et le renfort du développement dans les zones agricoles. Dans ce plan de développement national, il a établi des mesures en vue du développement agricole, de l'élargissement de la surface cultivée (augmentation de la production agricole), de l'introduction de nouvelles cultures et de la sédentarisation des nomades; et il est en train de réaliser d'urgence le développement des ressources en eau et la construction des installations d'hydraulique villageoise, qui constitueront l'assise de ce plan.

Une étude géologique et hydrologique a été menée de 1979 à 1983 avec l'aide de l'Allemagne fédérale, et sur cette base, le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural a établi un projet d'adduction d'eau concernant les 8 villages les plus importants du pays. Des installations de captage, comprenant forage, réservoir, groupe électrogène, etc. ont été construites pour 6 villages, et le même ministère a construit des forages pour les 2 autres villages sur fonds propres. Mais, le forage situé au bord de la mer subit l'influence de l'eau de mer, et celui situé dans la région intérieure subit l'influence du sel gemme dissout dans le sol; les veines aquifères pompables sont groupées dans la zone de wadi (rivière à sec), et les forages ont donc été construits loin de la zone du projet (5 - 20 km). Les installations de transport et de distribution de l'eau de ces forages n'étant pas aménagés, les habitants de la zone concernée sont actuellement alimentés par camion citerne, ou bien vont puiser leur eau aux robinets des installations.

Pour sortir de cette situation, le Gouvernement de Djibouti a établi un projet de construction d'installations de transport et de

distribution de l'eau des forages existants vers la zone du projet, et ne pouvant pas le réaliser lui-même à cause de ses problèmes financiers, a sollicité la Coopération financière non remboursable du Japon pour la construction de ces installations pour les villages de Khor Angar, Sagallou et Dasbio où la situation est la plus catastrophique.

Après avoir étudié la requête de la République de Djibouti, le Gouvernement du Japon a décidé l'exécution d'une étude du plan de base pour le projet. Sur sa demande, l'Agence japonaise de coopération internationale a délégué à Djibouti du 31 mars au 9 mai 1991, une mission d'étude du plan de base conduite par M. Atsushi Ohtake, Division de la Coopération financière non remboursable, Direction de la Coopération économique, Ministère des Affaires Etrangères. Les membres de la mission d'étude ont discuté du contenu de la requête avec les personnes autorisées du Ministère de l'Agriculture et de Développement rural de la République de Djibouti, effectué une étude sur place et collecté des informations et documents.

Après leur retour au Japon, les membres de la mission d'étude ont analysé le contenu des discussions, le contenu de l'étude sur place et les informations et documents collectés, étudié la pertinence de ce projet pour la coopération, et établi un plan de base comportant les installations et leur dimension les mieux adaptées pour le transport et la distribution de l'eau. Par la suite, une mission d'explication de l'ébauche, conduite par M. Kouichiro KOUROKI, Chef de la mission, Section I Etude du plan de base, Division des Etudes de la Coopération financière non remboursable, Agence Japonaise de Coopération Internationale, a été envoyée sur place du 23 août au 3 septembre 1991, pour expliquer le contenu du rapport du plan de base aux personnes concernées de Djibouti, et de nouvelles concertations ont eu lieu entre les deux pays. La composition de la mission d'étude, le programme de l'étude, la liste des personnes de la partie djiboutienne rencontrées, le Procès-verbal des discussions et la liste des documents collectés sont regroupés dans l'annexe.

CHAPITRE 2 ARRIERE-PLAN DU PROJET

CHAPITRE 2 ARRIERE-PLAN DU PROJET

2.1 Présentation de la République de Djibouti

2.1.1 Généralités

(1) Territoire et relief

La République de Djibouti se trouve au Nord-Est du continent africain entre 11°00' et 12°42' de longitude Nord et entre 41°45' et 43°15' de latitude Est. Ses pays voisins sont la Somalie et l'Ethiopie. Sa superficie est de 23.200 km².

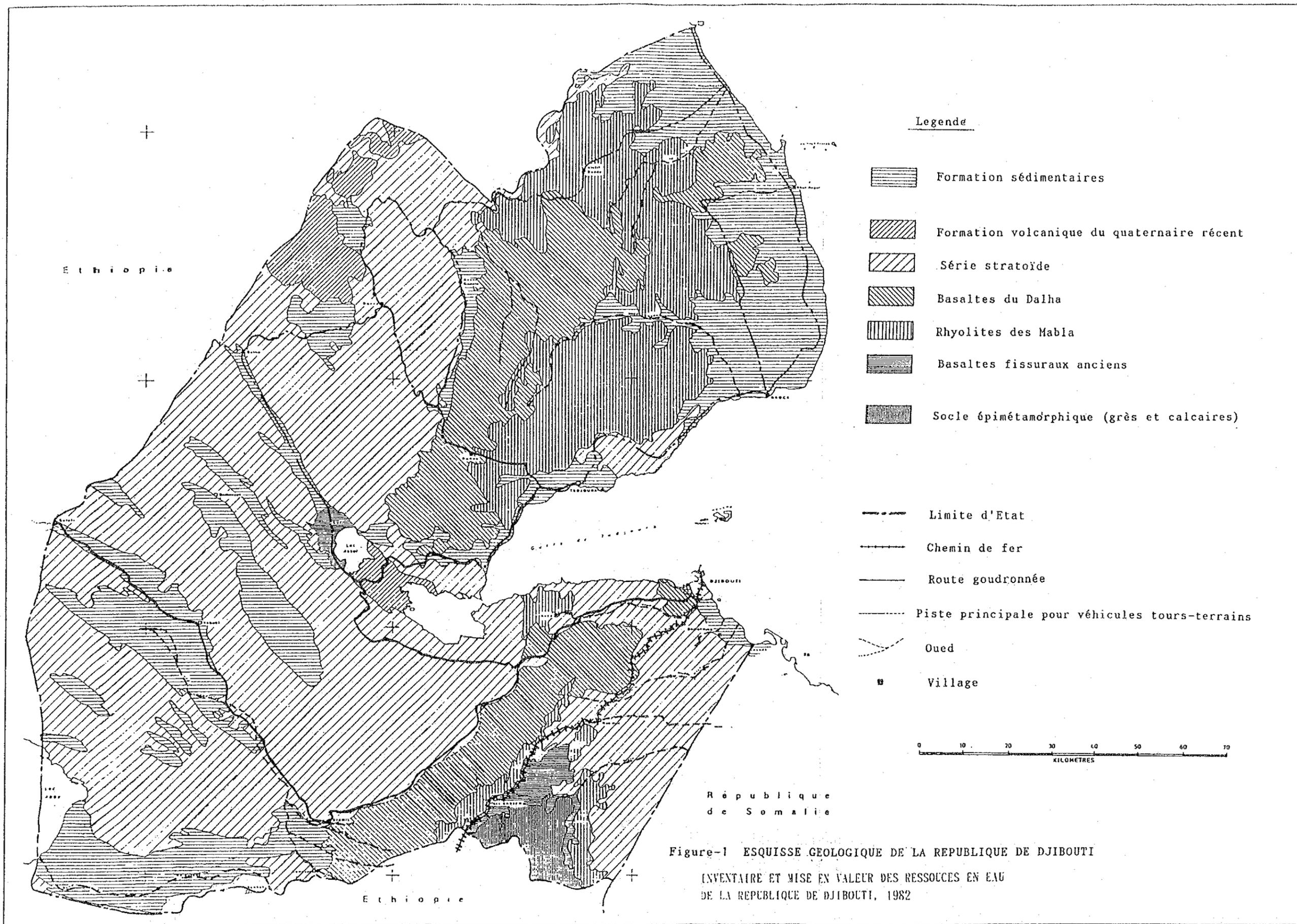
Le territoire national se compose principalement de zones désertiques et de zones montagneuses (moins de 2.000 m d'altitude); les précipitations sont faibles, il n'y a pas de rivières à eau courante ni de lac d'eau douce, et les précipitations sont concentrés sur les wadi (rivières à sec). Le volcan et les chaînes de montagnes couvrent pratiquement 80% du territoire, sauf la bordure littorale de la Mer Rouge au Nord. Dans les parties Ouest du pays, des montagnes sont en cours de formation, et il y a des structures de terrains affaissés et de rifts. Ces rifts continuent vers l'Afrique de l'Est. Dans cette zone, se trouve également le lac Assal, le lac le plus bas du monde (lac salé à -155 m du niveau de la mer). Dans la zone intérieure de Tadjoura, dans le centre du pays, se trouve l'unique forêt du pays, et dans le Sud, on trouve des chaînes de montagnes basses.

(2) Géologie

La zone montagneuse qui couvre 80% du pays se compose de roches ignées âgées de 200.000 à 1 million d'années, et la plupart des roches affleurantes sont des basaltes. La zone se trouvant de la côte de Tadjoura est largement couverte de roches ignées, qui sont cachées ici et là par des traces d'érosion et de sédiments coniques. Dans l'intérieur du pays, le socle s'élève du Nord vers le Sud, et du Nord-Ouest vers le Sud-Est, il est conforme à l'orientation de la zone du grand rift. Dans les zones basses s'entassent le sable apporté par le vent, des graviers et des pierrailles en provenance des wadi. Sur la bordure littorale, on voit des sédiments cénozoïques, du corail et des traces d'élévation.

La stratification géologique de Djibouti est la suivante dans l'ordre de l'âge (voir la Figure 1 suivante).

- Couche jurassique
- Couche crétacée (diolite de Malbla, basalte du Dalha, série stratoïdes de l'Afar)
- Couche pliocène
- Quaternaire/basalte holocène



(3) Population et division administrative

Un recensement a eu lieu en 1990 à Djibouti, mais le total n'est pas encore connu; selon la statistique 1989 des Nations Unies, la population était de 500.000 habitants. L'arrivée récente de réfugiés des pays voisins comme l'Ethiopie et la Somalie, que l'entrée/sortie des nomades rendent l'estimation précise difficile. Selon les statistiques des Nations Unies, 75% de la population habite dans les villes et 25% dans les villages agricoles.

Comme l'indique le Tableau 1 montrant l'évolution de la population entre 1973 et 1988, la croissance démographique récente est de 4,2%.

Tableau - 1 Evolution de la population à Djibouti (1978-1988)

Unité: millier

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Population	330	345	355	366	372	383	405	430	454	483	500

Source: Annuaire Statistique de Djibouti 1988

Du point de vue administratif, la République de Djibouti se divise en 5 districts (Djibouti, Ali Sabieh, Tadjoura, Obock et Dikhil), et le Commissaire du district administre à la fois le district et les villages.

(4) Climat

Djibouti se situe dans la zone tropicale semi-aride, et comme le montre le Tableau 2, il y fait très chaud et humide. Il y a deux saisons: de mai à octobre, la température dépasse ordinairement 30°C, et dans certaines régions 45°C; d'octobre à mai, la température se varie entre 23 et 30°C, mais l'humidité proche de 80% est difficile à supporter. Les précipitations annuelles moyennes sont faibles: 180 mm (moyenne de 1970-1988), et elles sont concentrées sur de petites périodes très courtes durant les deux saisons.

Tableau-2 Observations Météorologique Moyennes (moyenne de 1970-1987)

	JAN.	FEB.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNEE
Temperature													
maximale (C)	27,7	28,2	29,5	31,5	33,9	37,8	40,8	39,1	35,7	32,1	30,2	28,7	33,1
minimale (C)	22,8	23,4	24,6	25,9	27,9	29,9	30,8	30,0	29,3	26,7	24,3	23,8	26,6
Humidité relative													
Moyenne (%)	78,3	79,6	81,6	81,0	77,3	65,9	57,6	61,1	71,9	74,4	74,3	77,0	73,4
Precipitations													
Hauteur (mm)	9,1	25,3	32,7	14,7	15,1	-	5,2	3,5	4,1	41,4	20,0	7,1	178,2
Jours (jour)	2,8	3,7	2,8	2,8	0,9	0	1,0	0,9	1,9	1,9	1,8	0	20,5

Source: Annuaire Statistique de Djibouti 1988

(5) Ressources

Djibouti ne produit pratiquement pas de minerais, mais beaucoup de perlite, calcaire, gypse, terre à diatomées et de sel au magnésium utilisés comme matériaux de construction (résistants à la chaleur). La perlite et la terre à diatomées servent au raffinage du pétrole, et le SAIRD (Société arabe et internationale de la Raffinerie de Djibouti) qui s'intéresse à ces matériaux est en train de construire une raffinerie à Djibouti.

Dans le district d'Obock, dans la zone littorale à 52 km environ de la ville d'Obock, se trouve une forêt de mangliers; on a confirmé la présence de ressources marines telles que crevettes, crabes et poissons. A Djibouti, on commence à s'intéresser à ces ressources marines, et on s'efforce de développer la pêche. Un centre de recherche marine a ouvert à Obock en 1989, et 20 élèves y ont déjà terminé leur formation. Le Gouvernement de Djibouti prête des bateaux à moteurs à ces élèves pour leur travail. Malheureusement, il n'existe pas d'installations frigorifiques (il y a un seul entrepôt frigorifique à Obock), les pêcheurs sont peu nombreux, les bateaux de pêche sont petits; la pêche djiboutienne est donc encore au stade de la consommation nationale.

2.1.2 Economie nationale

(1) Situation économique

Djibouti étant composé à 80% de montagnes, et les précipitations étant faibles, les eaux de surface, bien sûr et les eaux souterraines de qualité sont relativement difficiles à trouver. La surface cultivée

est faibles et le pays est pauvre en forêts et en ressources naturelles du sous-sol. Ces conditions difficiles font que, sur le plan économique, le pays dépend de ses activités commerciales et également de l'aide financière et économique de l'étranger. Parmi les activités commerciales, on peut citer le revenu de relais commercial des produits allant vers l'Afrique Orientale et le littoral de la Mer Rouge, le revenu des services portaires aux navires passant dans le Canal de Suez, le revenu du transport des produits d'exportation/importation vers l'Ethiopie, grâce à la voie ferrée reliant Addis-Abéba au port de Djibouti, et les bénéfices économiques du séjour des troupes françaises et de personnes connexes sur le territoire djiboutien.

Le produit national brut (PNB) était de 35,11 milliards de FDJ (env. 200 millions de dollars) en 1986. (voir le Tableau - 3.) Vu par secteurs, les activités commerciales représentent environ 50% de l'activité économique, une tendance qui n'a pas changé depuis l'indépendance. Le taux de croissance annuelle du PNB était de 9% environ jusqu'en 1985, de 4,6% en 1986, mais avec la croissance démographique annuelle de 4,2% environ, le PNB par habitant stagne (475 dollars US).

Taubleau-3 Produit National Brut Djiboutien

Unité: million de FDJ

	1978	1983	1984	1985	1986	1986(%)
BRANCH D'ACTIVITE MARCHANDES	10.190	11.862	14.064	15.937	16.399	46,7
Agriculture, Elevage, Pêche	930	979	993	1.026	1.079	3,0
Industries manufacturières	919	898	992	914	924	2,6
Eau, Electricité	1.006	1.551	1.936	2.644	3.506	10,0
Bâtiment, Travaux publics	397	909	1.158	1.141	752	2,2
Commerce, Hôtels, Bars, Reastaurants	3.368	3.306	3.941	3.933	3.803	10,8
Transports et communications	2.324	2.983	3.515	4.614	4.873	13,9
Banque, Assurances, Affaires immobilières Service rendus aux entreprises	591	695	820	1.049	807	2,3
Autrea services	655	541	709	616	655	1,9
BRANCHES D'ACTIVITE NON MARCHANDES (Administrations)	4.449	7.638	8.872	9.859	10.505	29,9
DROITS ET TAXES SUR IMPORTATIONS	5.484	10.818	10.978	10.940	11.311	32,2
sours-total	20.124	30.318	33.914	36.736	38.214	108,8
revenus du travail, de la propriété et de l'entreprise						
verse au reste du monde (-)	-527	-3.205	-3.937	-4.108	-3.816	-10,8
reçus du reste du monde (+)	242	846	867	844	714	2,0
PRODUIT NATIONAL BRUT DJIBOUTIEN						
Produit National Brut Djiboutien	19.839	27.959	30.844	33.562	35.111	100,0
par habitant	338	425	451	472	475	

Source: Annuaire Statistique de Djibouti 1988

(2) Exportations et importations

La production agricole et les ressources minières étant faibles, la tendance est à un excédent des importations même sur le plan commercial (voir le Tableau - 4). Les produits importés se classent comme suit: produits alimentaires, textiles, machines diverses, véhicules et équipements connexes, puis produits indispensables aux activités commerciales, tels que produits liés au pétrole (voir le Tableau - 5); parmi les produits d'exportation, les animaux vivants comme les chameaux, les chèvres et les moutons, ainsi que leur cuir. Les partenaires commerciaux principaux de Djibouti sont l'Ethiopie, le Kenya, la CEE, le Japon, etc.

Tableau - 4 Tendances du commerce extérieur

Unité: million de FDJ

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Importations spéciales (C.A.F)	39.865	40.197	39.307	39.425	35.670	33.475	36.487
Exportations spéciales (F.A.B)	1.554	2.232	1.919	2.362	2.488	3.628	4.976

Source: Annuaire Statistique de Djibouti 1988

Tableau - 5 Evolution des principaux produits importés

Unite: million de FDJ

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Alimentation Boissons	9.463	8.224	7.488	7.666	9.021	9.337	8.264
Tabacs Bruts et Manufactures	1.816	1.434	1.694	1.546	1.531	1.354	1.521
Kath	2.923	3.201	3.550	3.341	3.155	3.026	2.942
Mineraux non Combusttibles	356	281	362	501	286	274	330
Hydrocarbures et Derives	3.260	3.864	3.708	3.423	3.507	2.336	2.606
Produits Chimiques	1.823	2.327	2.030	1.822	1.863	1.861	2.132
Plastique et derives	353	447	320	321	419	552	500
Papiers Livres Journaux	565	796	633	704	736	851	866
Textiles et Chaussures	4.353	6.101	4.713	4.121	3.283	3.450	4.796
Ouvrages en Pierre Ciment Ceramique Verres	497	508	476	478	351	507	489
Bois et Ouvrages en Bois (Sauf mobilier)	1.247	645	511	418	531	409	439
Metaux et Produits des Metaux	1.969	1.400	1.561	1.218	1.401	1.970	1.438
Mobilier	576	559	653	628	475	504	554
Machines Diverses et Appareils Electriques	3.752	3.631	4.301	6.206	4.673	3.609	4.171
Vehicules et Materiels de Transport	2.868	4.463	4.749	4.532	2.846	1.863	2.947
Divers	644	500	674	619	306	395	473

Source: Annuaire Statistique de Djibouti 1988

(3) Finances de l'Etat

Le Tableau - 6 donne une estimation des finances de l'Etat de Djibouti entre 1979 et 1987. Pour ce qui est de la tendance des revenus financiers, 75% proviennent des recettes d'impôts et taxes, les salaires et les rémunérations représentent environ 90% des dépenses financières.

Tableau - 6 Finances de l'Etat

Unité: million de FDJ

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
RECETTES BUDGETAIRES, DONNS, REMBOURSEMENTS, PRELEVEMENTS SUR LA CAISSE DE RESERVE	15.840	20.499	27.473	33.716	30.040	25.915	25.782	24.494	24.315
Recette budgétaires	12.266	15.790	18.380	19.861	18.999	19.528	20.733	18.768	18.926
Fonds de concours	731	1.135	2.097	3.328	1.928	1.487	1.451	1.662	3.079
Remboursements divers	40	26	15	93	34	58	214	254	418
Mobilisations de prêts	-	-	-	-	373	160	350	-	202
Prélèvements sur Caisse de réserve	2.803	3.548	6.981	10.434	8.144	4.683	3.034	3.639	1.690
Avance du Trésor	-	-	-	-	563	-	-	170	-
DEPENSES BUDGETAIRES	12.194	13.125	18.046	25.399	25.470	22.776	23.452	23.133	22.973
Dépenses de fonctionnement	9.775	10.915	13.899	19.804	19.939	20.033	20.941	21.439	21.973
Dépenses d'équipement	2.419	2.209	4.147	5.595	5.531	2.743	2.512	1.694	1.414
EXCEDENT BUDGETAIRE A AFFECTER	3.646	7.374	9.427	8.317	4.570	3.140	2.330	1.361	1.342

Source: Annuaire Statistique de Djibouti 1988

2.1.3 Situation de l'aide internationales

L'aide internationale dont jouit Djibouti provient d'organismes internationaux comme la Banque Mondiale, de l'UNDP, du Fonds de développement africain, etc. et de différents pays coopérants tels que son ancienne puissance coloniale, la France, l'Italie, des Etats-Unis, de l'Arabie Saoudite, le Japon, le Canada, etc. Le Tableau - 7 et la Figure - 2 indiquent les tendances de l'aide au développement, qui a beaucoup augmenté en 1984, mais qui stagne depuis lors. La part de la coopération financière non remboursable est d'environ 70% dans cette aide.

Si on considère les détails de la coopération par secteur d'activités, on remarque que l'accent est mis surtout sur l'éducation, les projets de développement, et les mesures nationales pour la coopération technique. Sur le plan de la coopération financière, les priorités sont dans l'ordre: les transports, les projets de développement, l'environnement, l'agriculture et la forêt, la santé et l'hygiène, la culture, les ressources naturelles (ressources en eau, adductions d'eau, etc. compris), éducation.

Tableau-7 Orientation de l'aide au développement public

Unité: million US\$

	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Aide bilatérale	47,5	54,2	83,2	70,4	98,1	72,8
France	40,4	36,2	38,2	47,7	40,7	46,5
Italie	0,1	-	0,5	1,2	15,3	6,2
Etats-Unis	3,0	3,0	5,0	4,0	4,0	3,0
Pays de l'OPEC	1,7	11,4	33,5	12,9	29,7	13,1
Aide multilatérale	12,6	13,1	20,3	23,2	22,7	24,4
IDA	-	0,6	0,8	5,1	3,6	6,8
FAD	-	0,1	-	0,8	2,8	5,4
Arabe, OPEC	2,2	2,2	9,7	7,2	8,0	3,9
UNHCR	3,4	3,8	3,3	2,6	2,3	2,5
Marché commun	2,4	1,5	2,5	1,4	1,3	1,6
Total	60,2	67,3	103,4	93,7	120,8	97,2
dont, aide non remboursable	54,9	53,1	71,6	62,3	86,7	70,5
	91%	79%	69%	66%	80%	73%

Source: Orientation de l'aide de l'OCDE aux pays en voie de développement (1989)

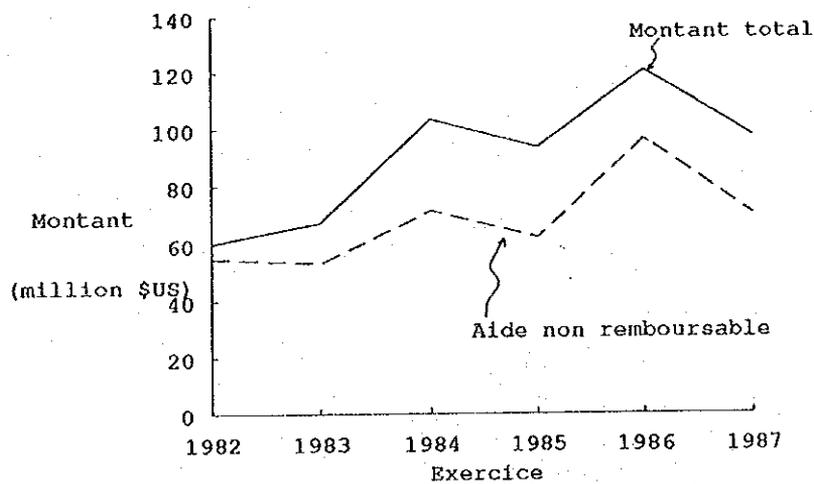


Figure - 2 Orientation de l'aide au développement public

Tableau-8 Détail de l'aide par secteur

Unite: 1000 US\$

	L'assistance technique	L'assistance capitale finance	Total
Affaires Politiques	15.711	-	15.711
Planif. Poli. Develop,	15.877	1.581	17.458
Resources Naturelles	1.739	5.134	6.873
Agric. Forets Peches	1.587	5.285	6.872
Industrie	40	-	40
Transports, Comm.	587	14.559	15.146
Commerce	200	-	200
Population	115	-	115
Habitat	3.647	8.496	12.143
Sante	1.855	635	2.490
Education	17.787	4.565	22.352
Emploi	570	-	570
Condit, Sociales	255	-	255
Culture	240	707	947
Science technique	545	-	545
Total	60.755	40.962	101.717

Source: PNUD, COOPERATION AU DEVELOPPEMENT DJIBOUTI RAPPORT 1988

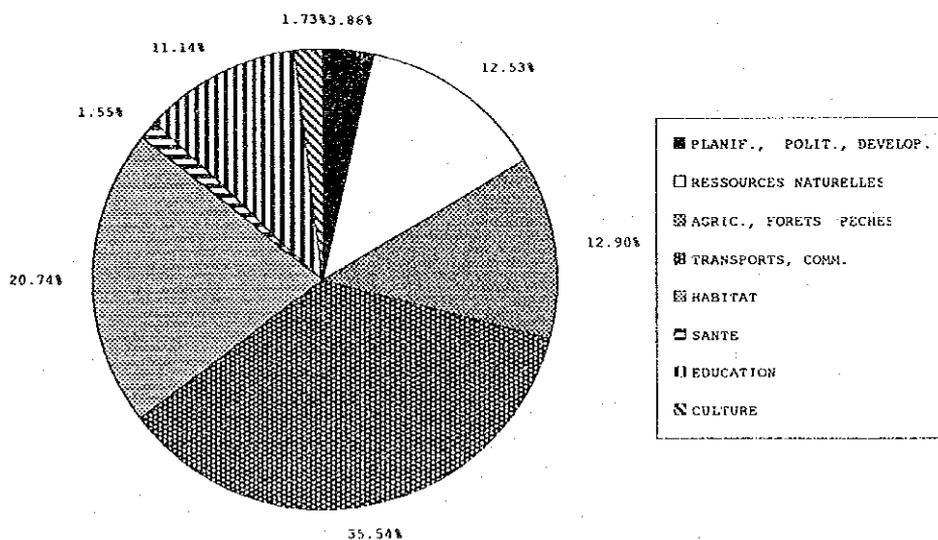


Figure - 3 Part de l'aide par secteur

Le Tableau - 9 indique les résultats de l'aide japonaise des 3 dernières années pour Djibouti. Le Japon reçoit 10 stagiaires dans les domaines des mines, du transport, du projet de développement, de l'énergie et de la médecine. Par ailleurs, la délégation des experts japonais n'est pas effectuée.

Tableau - 9 Aide japonaise envers Djibouti

Nom du projet	Exercice	Montant (100 millions de Yen)	Système
Projet d'aménagement des installations portuaires	1988	3,71	Coopération non remboursable
Aide alimentaire	1988	1,00	Coopération non remboursable
Projet d'aménagement des installations portuaires	1989	8,32	Coopération non remboursable
Aide alimentaire	1989	1,50	Coopération non remboursable
Projet de fourniture d'équipements médicaux pour l'hôpital général de Loutier	1989	1,94	Coopération non remboursable
Projet de renforcement des habitations	1989	1,60	Coopération non remboursable
Projet d'aménagement des installations de production de programmes télévisés	1990	6,21	Coopération non remboursable
Projet de développement de l'agriculture de la région Nord	1990	0,55	Coopération non remboursable
Aide alimentaire	1990	1,50	Coopération non remboursable

2.2 Aperçu des installations d'alimentation en eau

2.2.1 Organisation administrative

En République de Djibouti, un Comité national des ressources en eau a été fondé en janvier 1989 pour assurer l'exploitation rationnelle des eaux souterraines. Ce comité se compose du responsable du Plan régional (cabinet), du Directeur du projet, du Ministre des Finances, du Ministre des Travaux Publics et du Génie Civil, du Ministre de l'Industrie et des Transports, du Ministre de la Santé, du Ministre de l'Intérieur, du Ministre des Affaires Etrangères, du Ministre de l'Agriculture et du Développement rural, du Préfet du district de Djibouti, du Préfet du district de Tadjourah, du Préfet du district d'Obock, du Préfet du district de Dikhil, du Préfet du district d'Ali Sabiet, du Directeur du Service du génie rural du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, du Président d'Office national des eaux de Djibouti, du Directeur de l'Institut supérieur d'études et de recherches scientifiques, du Directeur de la Direction de l'élevage et de la pêche, du Directeur de la Direction de l'agriculture et des forêts, du Directeur du Service de l'Hydraulique, et c'est le Ministre de l'Agriculture et du Développement rural qui le préside. Une assemblée ordinaire est appelée deux fois par an (juin, septembre); en juin, on évalue les résultats des projets de l'exercice, et en septembre, on définit un projet annuel sur la base de cette évaluation.

Le Service du Génie Rural sous tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, le Service de l'Hydraulique, l'ONED (Office national des eaux de Djibouti) et l'ISERT (Institut supérieur d'études et de recherches scientifiques) et la Météorologie Nationale s'occupent directement du plan d'exploitation des ressources en eau, des études et de la gestion des données (voir la Figure - 4).

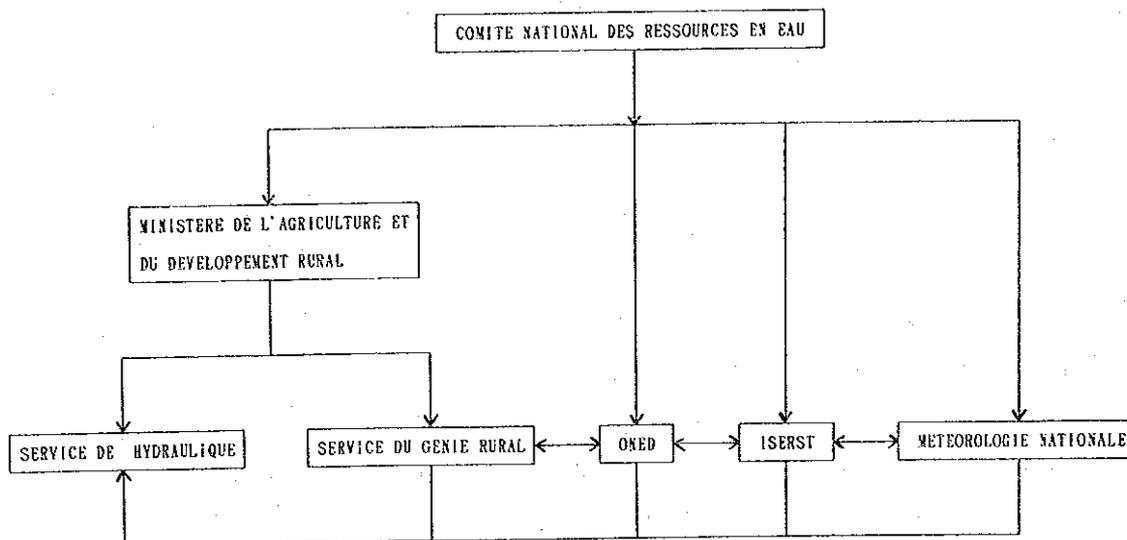


Figure - 4 Organigramme du Comité National des Ressources en Eau

Par ailleurs, l'Office national des eaux de Djibouti, le Service du Génie rural, l'ISERST, le Service de l'Hydraulique et chaque collectivité locale participent à la proposition des installations d'alimentation en eau et à la gestion-entretien des installations hydrauliques. Voici un aperçu de ces différents organismes.

(1) Office National des Eaux de Djibouti (ONED)

Cet office s'occupe du développement des ressources en eau, du transport et de la distribution de l'eau, ainsi que des projets, de la construction et de la gestion des installations hydrauliques de la ville de Djibouti, ainsi que des 4 grandes villes régionales (Obock, Tadjoura, Dikhil et Ali Sabieh). Mais ne possédant pas de section de construction ni de maintenance, cet office ne s'occupe pas de la construction des forages et la confie au Service de Génie rural, qui contrôle la section Travaux et la section Entretien et Dépannage, sous contrôle du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural.

(2) Service du Génie rural/Ministère de l'Agriculture et du Développement rural

Sous tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, ce service s'occupe des projets, de la construction et de la maintenance des installations hydrauliques, allant des installations de captage des villages aux installations de transport et de distribution. 12 experts ont été délégués à cette direction dans le cadre de l'aide technique de la France, de l'Allemagne et de l'UNDP; ils forment les techniciens djiboutiens en ce qui concerne les plans et projets d'adductions d'eau et les techniques de maintenance des foreuses et des véhicules de soutien, etc. C'est le service qui sera responsable du présent projet de l'adduction d'eau.

(3) Institut supérieur d'études et de recherches scientifiques (ISERT)

C'est un organisme d'études scientifiques public, qui couvre principalement les domaines comme la sociologie, l'hydrogéologie, la géologie, l'hydrogéologie, la sismologie, la géothermie. Pour les adductions d'eau, il s'occupe de l'étude sur le développement des eaux souterraines au premier stade des projets.

(4) Service de l'Hydraulique du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural de Djibouti

Le Service de l'hydraulique a été créée en vue de collecter toutes les données hydrologiques et hydrauliques (volume d'eau, qualité de l'eau) et de former une banque de données afin d'assurer le développement rationnel des ressources en eau de Djibouti, et se compose des sections de ressources en eau, informations, critères et développement, analyse de la qualité de l'eau. Le Service de l'Hydraulique remplit les fonctions suivantes, et actuellement il est en train de collecter les données et de préparer les installations pour leur réalisation.

- Etude sur les besoins en eau et les ressources en eau
- Proposition de projets d'alimentation et d'étude sur les ressources en eau
- Arrangement des projets du domaine hydraulique et de leur réalisation

- Gestion des données sur les ressources d'eau
- Définition des critères concernant les adductions d'eau et propositions pour le développement rationnel des ressources en eau
- Analyse des eaux souterraines et du sol
- Unification des données hydraulique que possèdent les autres organismes.

Actuellement, ce service est placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, mais dans l'avenir, il est prévu qu'il devienne indépendant, comme l'ISERST. Par ailleurs, lors de la fondation du Service de l'Hydraulique, il a été doté d'ordinateurs et d'instruments de mesure grâce à une subvention de l'UNDP, et 4 spécialistes ont été détachés pour diriger chaque section dans le cadre de l'assistance technique.

(5) Collectivités locales

Les collectivités locales gèrent l'exploitation des installations de captage, et s'occupent de l'entretien des installations hydrauliques des villages. Ne disposant pas du nombre nécessaire de poseurs de canalisations, d'électriciens, de mécaniciens, etc. au niveau régional, elles s'occupent en général de la maintenance simple, comme le remplacement des robinets, etc.

2.2.2 Situation actuelle de l'alimentation en eau

(1) Généralisation et état des adductions d'eau

Avant de devenir une colonie française en 1960, on s'alimentait en eau en puisant de l'eau aux puits creusés à la main, et comme il n'existe pas d'eaux de surfaces, on dépendait déjà des eaux souterraines. A cette époque-là, le seul système d'alimentation en eau existant était une installation d'accumulation d'eau par canal depuis un wadi dans le Sud de la ville de Djibouti, et une installation de transport de l'eau qui envoyait cette eau en ville. De 1960 à 1975, le Service de l'Eau (le service chargé des adductions d'eau de l'époque) a construit des forages avec des foreuses aux environs de Djibouti. Après l'indépendance, le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural a constitué le Service du Génie rural, qui avec l'augmentation de son

nombre de foreuses, a élargi le champ de ses activités de développement des ressources en eau des environs de la capitale à la province.

La maintenance des adductions d'eau s'effectue actuellement sous la tutelle de l'Office National des Eaux de Djibouti (ONED) pour la ville de Djibouti et les 4 villes régionales principales (Obock, Tadjoura, Tikhil et Ali Sabieh), et sous celle du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural pour le reste du pays. Pour Djibouti et les 4 villes régionales principales, des installations de transport et distribution de l'eau et des installations d'alimentation sont construites; dans la ville de Djibouti, les habitants bénéficient d'un robinet familial et dans les 4 autres villes de robinets publics et de fontaineries collectives pour l'alimentation en eau. D'autre part, dans les autres villes et les villages, la population est alimentée par les camions citernes des collectivités locales, des forages et puits construits par le Service du Génie rural du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, ou par des puits creusés à la main par les habitants.

(2) Situation de l'alimentation en eau

Le volume d'eau par personne et par jour est de 49 à 180 l à Djibouti et dans les 4 autres grandes villes, alors que dans les villages, le volume fourni est instable. Le Tableau 10 indique l'alimentation en eau par personne calculée à partir des données de volume consommé et de population dans les villes approvisionnées par l'ONED. La population étant la population totale de chaque district, mais selon les documents de l'ONED 50% de la population de la ville de Djibouti est alimentée et 30% de celle de chaque district.

Tableau - 10 Volume d'eau consommé (zone alimentée par l'ONED dans l'ensemble du pays, 1989)

	Djibouti ville	Arta et Oueah	Ali-Sabieh	Obock	Dikil	Tadjourah	Total
Consommation (m ³ /an)	8.553.031	316.706	243.652	132.801	309.416	262.793	9.818.399
Population alimentée (personne)	130.000	-	12.000	7.500	-	12.000	
Volume d'eau moyen estimé (lit./personne/jour)	180	-	56	49	-	60	

(3) Qualité de l'eau

Les Tableaux - 11, 12 et 13 indiquent la température et la conductivité des forages construits par le Service du Génie rural avec l'aide italienne et la qualité moyenne de l'eau en 44 points du pays (puits y compris) de l'étude hydrogéologique effectuée par l'Allemagne. Les résultats de ces études montrent que l'eau souterraine contient généralement une forte proportion de l'ion chlorure et qu'il y a peu de zones où la qualité de l'eau souterraine est bonne, mais la zone de Tadjoura produisant l'eau minérale de Djibouti et une partie de celle de Dikhil, la qualité de l'eau est relativement bonne (voir les Figures - 5 et 6). Dans le cadre de l'analyse d'eau, en général la relation entre les résidus d'évaporation et la conductivité se varie selon le taux de mélange d'ions, et la conductivité est ordinairement de 50 à 70%; les résidus de l'évaporation dans l'eau souterraines sont estimés à 210-4046 (mg/l) à Djibouti, et selon les régions, cette valeur dépasse le critère de l'OMS (1.000 mg/l). Des colibacilles ont été détectés à de nombreux puits, mais pas aux forages. Le Chapitre 3 donne les résultats de l'analyse de la qualité de l'eau aux forages prévus pour l'alimentation de la zone du projet.

Tableau-11 Valeurs maximales, minimales et moyennes des concentrations des ions des eaux souterraines dans l'ensemble du pays (44 analyses, 1978)

	Unité	Min.	Moyenne	Max.	Critère de l'OMS
Potassium (K ⁺)	mg/lit	1,3	9,4	32	-
Sodium (Na ⁺)	mg/lit	11,5	368	1180	120
Magnesium (Mg ⁺⁺)	mg/lit	0,2	42,8	165	500
Calcium (Ca ⁺⁺)	mg/lit	1,5	70,8	368	-
Chlore (Cl ⁻)	mg/lit	11,9	436	2420	250
Sulfate (SO ₄ ⁻⁻)	mg/lit	11	172	1040	400
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/lit	61	259	645	-
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/lit	1	33,1	146	45
Bore (B)	mg/lit	0,3	2,7	9,7	-

Tableau - 12 Qualité d'eau de 5 villes principales de Djibouti

	Unite	Djibouti	Ali-Sabieh	Tadjourah	Obock	Dikil	Critere de l'OMS
Date		25/8/'91	4/'91	2/4/'91	'90	7/10/'91	
Conductivité	S a 20 C	2660	2975	1209	2180	1621	
pH		8,2	7,7	7,7	7,5	7,9	6,5 - 8,5
Durete totale		171	192	98	162	158	Inf. a 500
Sulfate	mg/lit	139	303	83	125	227	Inf. a 400
Chlorures	mg/lit	721	791	193	515	355	Inf. a 250
Nitrates	mg/lit	33	110	72	32	99	Inf. a 45
Ammoniaque	mg/lit	Absente	Absente	Absente	Absente	Absente	
Calcium dur		96	92	63	96	89	
Magnesium	mg/lit	75	100	35	66	69	

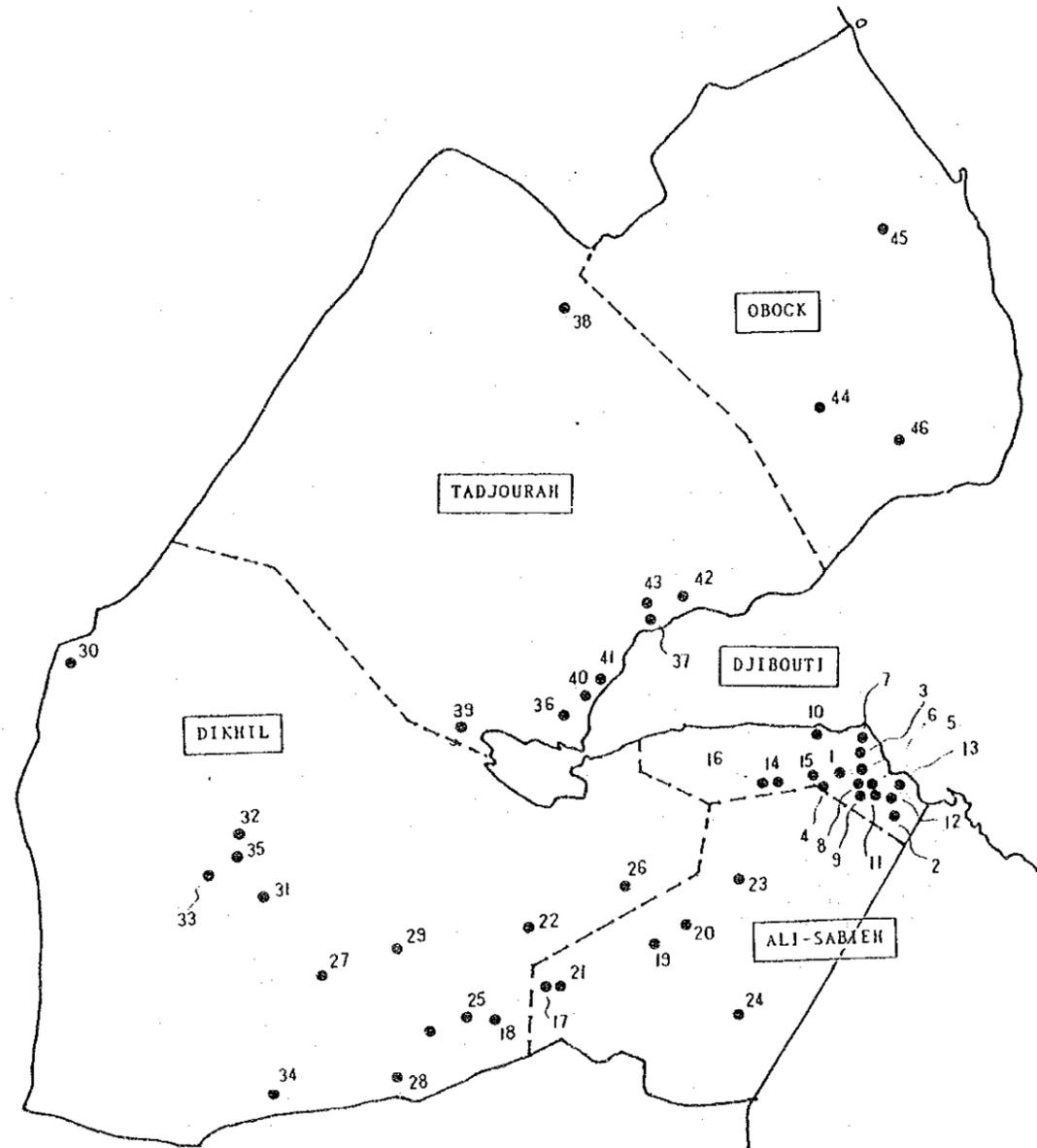
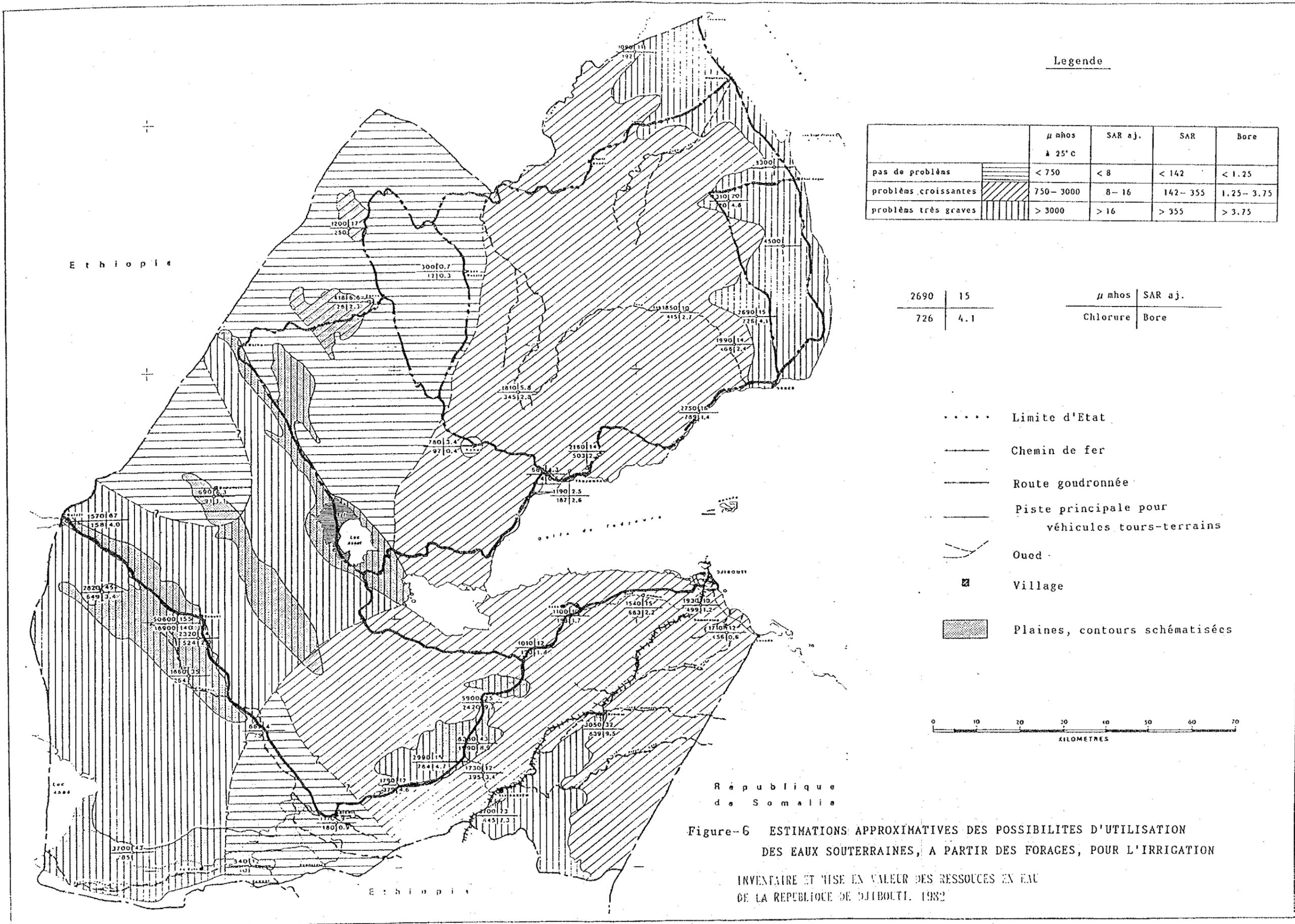


Figure-5 Emplacement des forages principaux de Djibouti

Table-13 Conductivité des forages principaux de Djibouti

	District	Zone	Nbre. de forages	Volume pompé (m ³ /h/forage)	Conductivité (20°C, S/cm)	Remarques
1	DJIBOUTI	Agader	3	48	1450	
2	"	Attar	4	52	4490	
3	"	Base Aerien.	1	20	-	
4	"	Chabelley	1	13	1212	
5	"	Damerjoog	1	64	2020	
6	"	Douda TP	1	13	2780	
7	"	EDD	1	45	-	
8	"	Galile	1	14	2920	
9	"	Godchabel	3	14	1746	
10	"	Guedmarre	1	18	2450	
11	"	Guissi	1	11	1540	
12	"	Hidgaoune	1	11	482	
13	"	Naasley	1	15	3230	
14	"	PK20	6	36	-	
15	"	Wead	1	10	1070	
16	"	Weha	6	15	1214	
17	All Sabieh	Ali Sabieh	9	8	1527	Source d'eau de Ali Sabieh
18	"	Dadin	3	36	1139	
19	"	Dasbio	1	20	-	
20	"	AgAV	1	25	-	
21	"	Doudoubol	3	15	2650	
22	"	Gabla galan	1	10	2790	
23	"	Hindi	1	10	2990	
24	"	Mouloud	5	22	1675	
25	"	Midgan	2	14	-	
26	"	Petit Bara	1	40	1900	
27	DIKIL	Chekheyti	1	17	779	Construit avec l'aide italienne
28	"	Dabader	1	35	1085	
29	"	Dikil	1	15	-	Source d'eau de Dikil
30	"	Galafi	1	13	1626	Construit avec l'aide italienne
31	"	Garabays	2	70	1024	
32	"	Hanle	2	75	20000	
33	"	Lillyabouli	2	28	2105	
34	"	Sabbalou	1	17	914	
35	"	Tewao	4	37	2112	
36	TADJOURAH	Adoyla	1	17	-	
37	"	Ambabo	3	26	-	Source d'eau de Tadjourah
38	"	Assa Gayla	1	12	673	Construit avec l'aide italienne
39	"	Assal	4	61	148901	
40	"	Nord Ghoubet	1	13	1200	Construit avec l'aide italienne
41	"	Sagallou	1	12	1470	
42	"	PK6	2	76	1300	
43	"	PK9	3	18	710	
44	OBOCK	Oulma	1	20	2300	
45	"	Samallou	2	16	3455	Construit avec l'aide italienne
46	"	Soublali	1	20	2500	Source d'eau de Obock

SOURCE: COLLECTE ET STOCKAGE DES DONNEES INVENTAIRE HYDROGEOLOGIQUE



Legende

	μ mhos à 25°c	SAR aj.	SAR	Bore
pas de problèmes	< 750	< 8	< 142	< 1.25
problèmes croissantes	750 - 3000	8 - 16	142 - 355	1.25 - 3.75
problèmes très graves	> 3000	> 16	> 355	> 3.75

2690	15
726	4.1

μ mhos	SAR aj.
Chlorure	Bore

- Limite d'Etat
- Chemin de fer
- Route goudronnée
- Piste principale pour véhicules tours-terrains
- Oued
- Village
- ▨ Plaines, contours schématisés



République de Somalie

Figure-6 ESTIMATIONS APPROXIMATIVES DES POSSIBILITES D'UTILISATION DES EAUX SOUTERRAINES, A PARTIR DES FORAGES, POUR L'IRRIGATION

INVENTAIRE ET MISE EN VALEUR DES RESSOURCES EN EAU DE LA REPUBLIQUE DE DJIBOUTI, 1982

(4) Tarif de l'eau

L'eau est payante à Djibouti, la capitale, et dans les principales villes de provinces, mais gratuite dans les villages. Elle sera également gratuite dans les 3 villages du projet. Le Tableau - 14 indique le système de tarification de l'eau à Djibouti et dans les grandes villes de province. Les frais d'eau perçus par l'ONED constituent 75% de son revenu (voir le Tableau - 15).

Tableau - 14 Tarification de l'eau

Volume d'eau consommé	Tarif (FDJ/m ³)
0 à 120 m ³ (pour 2 mois)	62
121 à 2419 m ³ (")	88
Plus de 240 m ³ (")	124
Environs de la ville de Djibouti (zone d'Arta)	124, uniprix
Zone industrielle	124, uniprix

Tableau - 15 Bilan de la balance de l'ONED (1989)

PRODUITS			CHARGES		
Libelle	Montant (10 mille FDJ)	Pourcentage (%)	Libelle	Montant (10 mille FDJ)	Pourcentage (%)
Stock	19.967	13,25	Stock	19.452	13,36
Vente eau	112.842	74,88	Achats	2.415	1,66
Produits financiers	4.569	3,03	Frais de personnel	35.217	24,20
Autres revenus	11.328	7,52	Taxes et impôts	425	0,29
			Loyers	2.482	1,71
			Depenses d'entretien	8.448	5,81
			Frais d'énergie	24.465	16,82
			Frais d'honoraires et assurances	1.741	1,20
			Frais transport	1.249	0,86
			Frais divers de gestion	2.757	1,90
			Frais financiers	1.853	1,27
			Dotations aux amortissements et provisions	44.996	30,92
Total	150.706	100,00		145.500	100,00

2.3 Aperçu des projets connexes

2.3.1 Aperçu du plan de développement

A Djibouti, le plan de développement national est présenté au Premier ministre par chaque ministère, puis combiné. Le plan de développement national décennal 1990-2000 a été établi en 1990, et publié en février 1991. Les objectifs prévus par le gouvernement dans le cadre de ce plan sont les suivants:

- Promotion du développement de Djibouti en tant que ville portuaire et commerciale
- Amélioration du niveau de vie des pauvres en ville et dans les villages
- Réduction du taux de dépendance de la population vis-à-vis des allocations familiales
- Industrialisation (et autres mesures d'encouragement)
- Amélioration de la compétence des habitants et réduction de la dépendance de l'étranger
- Amélioration du niveau éducatif
- Participation des femmes et des jeunes à l'activité socio-économique
- Amélioration de la santé et de l'hygiène (surtout, prévention des maladies contagieuses chez les enfants)
- Promotion du secteur tertiaire
- Renforcement du développement des zones agricoles
- Protection de l'environnement (lutte contre la désertification)

Concrètement, on pourrait dire: amélioration et renforcement de l'élevage et de l'agriculture, sédentarisation de la population rurale, utilisation rationnelle des plantations d'arbres et des ressources en eau, renforcement de l'éducation dans les villages ruraux, renforcement des installations de formation, etc. En ce qui concerne la tendance des investissements des différents ministères en 1990 (Tableaux - 16, 17 et 18), le montant des investissements du Ministère de l'industrie, numéro 1 par le montant des investissements, se détaille comme suit: environ 70% pour la production d'électricité géothermique et l'amélioration des installations d'adduction d'eau dans la capitale et les grandes villes de province. Et le numéro 2, le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural consacre 70% environ de ses investissements à des

items en relation avec les adductions d'eau: construction de forages, remplacement des pompes immergées, maintenance des équipements et réparation des groupes électrogènes.

Tableau - 16 Montant des investissements par ministère (1990)

Ministère	Montant (million FDJ)	Pourcentage (%)
Présidence	106,28	0,37
Primature	2.779,60	9,77
Agriculture et Développement rural	4.630,01	16,27
Commerce	90,43	0,32
Industrie et Développement Industriel	13.675,47	48,05
Intérieur, Postes et Télécommunications	521,33	1,83
Jeunesse, Sports et Affaires culturelles	370,00	1,30
Port et Affaires maritimes	3.204,00	11,25
Travaux publics, Urbanisme et Logement	2.608,56	9,17
Santé publique et affaires sociales	474,69	1,67
Total	28.460,37	100,00

Source: BUDGET DE L'ETAT EXERCISE 1990

Tableau - 17 Détail des investissements du Ministère de l'Industrie (1990)

Ministere	Montant (million FDJ)	Pourcentage (%)
Renforcement du développement industriel	54,87	0,40
Géothermie	6.481,00	47,18
Bât. Balbala	180,00	1,31
Extension Centrale de Boulaos	90,00	0,65
Centrale de Tadjourah et 20KV à Obock	700,00	5,09
Base distribution Salines-Ouest	320,00	2,33
Réseau de distribution (renouvellement)	960,00	6,99
Réseau de distribution (extension)	500,00	3,64
Matériel informatique	92,00	0,67
Centre de formation EDD	582,00	4,24
20 KV Djibouti-Arta	141,00	1,03
Rénovation, production adduction d'eau	3.600,00	26,21
Perlite	35,60	0,26
Total	13.736,47	100,00

Source: BUDGET DE L'ETAT EXERCISE 1990

Tableau-18 Projet d'investissements du Ministère de
l'Agriculture et du Développement Rural (1990)

Projet	Montant (million FDJ)	Pourcentage (%)
Aménagement hydro-agricole Haniè, Gobead, Cheiketti, Asa-Eyla	458,40	9,72
Etude de l'écosystème du Day	200,00	4,24
Mise en valeur des ressources naturelles lute contre le désert	194,95	4,13
Projet de développement de l'agriculture	27,00	0,57
Renforcement de la cellule d'organisation MADR	31,86	0,68
Encadrement de l'élevage pastoral dans le Nord-Ouest (2e phase)	85,00	1,80
Construction d'un quai de pêche (1re phase)	1.679,00	35,61
Santé animale	139,40	2,96
Campagne panafricaine contre la peste bovine	143,60	3,05
Promotion et commercialisation des produits de la mer	18,80	0,40
Développement de la pêche artisanale (3e phase)	194,00	4,12
Construction d'un quai de pêche (2e phase)	38,30	0,81
Programme d'hydraulique rural	85,00	1,80
Remise en état des foreuses et assistance technique au Génie Rural	60,00	1,27
Puits et points d'eau de surface	200,00	4,24
Remise en état et maintenance des stations de pompage	580,00	12,30
Total	13.736,47	100,00

Source: BUDGET DE L'ETAT EXERCISE 1990

2.3.2 Plan de développement régional

Par son plan de développement national, le Gouvernement de Djibouti vise à augmenter la production agricole par l'élargissement de la surface cultivée et l'introduction de nouvelles cultures, à unifier l'élevage et l'agriculture en vue de concrétiser la sédentarisation de la population rurale, et également à attacher à leur région la population rurale s'adonnant à la pêche dans la zone côtière.

Comme 1/3 de la surface cultivée se concentre dans le district de Djibouti, la production agricole de ce district représente plus de la moitié de la production nationale. Mais depuis quelques années la production stagne, et le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural a décidé d'élargir la surface cultivée en partie aux abords des wadi et de produire sur place les produits agricoles jusqu'ici importés.

Pour la pêche, la moitié du pays faisant face à la mer, on attend beaucoup du développement de la pêche dans les villes et villages comme Obock, Khor Angar, Tadjoura, Sagallou, etc. Un centre de formation à la pêche a été créé à Obock, et on est en train de construire des installations d'entreposage des prises (entrepôts frigorifiques). Les projets actuellement en cours et futurs sont les suivants.

Tableau-19 Plan de l'agriculture et de la pêche

Projet	Secteur	Durée du Projet	Source	Montant d'Assistance (million \$US)
Hydraulique Maraichère	Agriculture	1988-1989	Canada	40
Arboriculture fruitière	Agriculture	1988	France	158
Encadrement de l'élevage dans le Nord-Ouest (1ere phase)	Elevage	1988-1989	France	170
Encadrement de l'élevage dans le Nord-Ouest (2eme phase)	Elevage	1988-1989	France	480
Développement pêche artisanale	Pêche	1987-1991	USAID	932
Etude pour le renforcement de l'horticulture	Agriculture	1988-1989	CEE	170
Développement de la pêche	Pêche	1988-1990	PNUD	181
Projet développement pêche cotiere	Pêche			
Projet port pêche	Pêche			
Projet promotion du marketing	Pêche			
CFPP-Obock et formateurs	Pêche			
Projet port de pêche Obock	Pêche			
Agrandissement du CFPP-Obock	Pêche			

2.3.3 Projet d'alimentation en eau

Le tableau ci-dessous indique les projets d'alimentation en eau en cours ou achevés. Parmi ces projets, celui d'alimentation de la ville d'Ali Sabieh, l'étude des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau de la ville de Djibouti (Phase II comprise) et l'étude des veines aquifères dans la couche d'alluvions sont du ressort de l'ONED, alors que le projet d'adduction d'eau à Hol-hol, la maintenance des installations de pompage, le projet de construction de 15 installations de prise sont du ressort du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural. Parmi les 15 installations de captage construites avec l'aide non remboursable italienne, 4 concernent Ali Sabieh, et sont sous tutelle de l'ONED.

Tableau - 20 Projets d'aide concernant les adductions d'eau

Projet	Duree du Projet	Source	Montant d'Assistance (milliers de \$US)
Projet d'alimentation en eau de la ville d'Ali-Sabieh	1988-1991	France	527
Etude de la nappe aquifère alimentation en eau potable la ville de Djibouti	1987-1989	France	620
		France	170
Maintenance des stations de pompage		CEE	42
Adduction d'eau a Hol-Hol	1985-1989	PNUD	320
Realisation et Equipment de 15 forages	1989-1991	GITA	4.459
Assistance a l'evaluation des nappes Alluviales	1986-1991	PNUD	582

2.4 Historique et contenu de la requête

2.4.1 Historique de la requête

La population de la République de Djibouti a été estimée à 500.000 habitants en 1989, et 75% des habitants résident en ville et 25% dans les villages agricoles. Dans ce pays, où l'approvisionnement en eau est difficile, les habitants ont tendance à déménager à proximité des wadi ou bien dans les villes où l'eau est disponible.

Dans son plan de développement national, le Gouvernement de Djibouti a mis l'accent sur la sédentarisation de la population rurale et projeté le développement des villages agricoles et l'élargissement de la surface cultivée, l'introduction de nouvelles cultures, et pour assurer l'assise de ce projet, il promeut les projets d'adduction d'eau pour que la population ait suffisamment d'eau de manière stable. Il a rassemblé des données hydrogéologiques et hydrologiques afin de confirmer les ressources en eau, qu'il gère de manière rationnelle et il s'efforce également d'encourager l'utilisation des eaux de surface et des eaux de pluie et la construction de réservoirs d'accumulation des eaux de pluie.

Une étude hydrogéologique fondamentale concernant les eaux souterraines de l'ensemble du pays a été menée de 1979 à 1983 avec l'aide allemande. Des forages à l'essai et des prospections électriques ont été réalisés, et sur ces bases, le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural a établi le projet de l'adduction d'eau portant sur 8 villages importants du pays. L'aide italienne gratuite (1989-1991) a permis la construction d'installations de captages, tels que 16 forages et des réservoirs et l'installation de groupes électrogènes en dans 6 villages, et ce même ministère a construit 2 forages dans chacun des 2 villages restants. Mais pour des raisons hydrologiques et géologiques, les forages ainsi construits l'ont été à une grande distance (5-20 km) des zones à alimenter, et les installations de transport et de distribution de l'eau depuis ces forages n'ont pas encore été aménagées; actuellement, les habitants sont alimentés par des camions citernes, ou bien vont eux-mêmes puiser l'eau aux robinets de ces forages.

Pour sortir de cette situation, le Gouvernement de Djibouti a établi un projet de construction d'installation de transport et de distribution de l'eau, mais ne disposant pas des fonds nécessaires à sa réalisation, il a sollicité la Coopération financière non remboursable du Japon pour la construction d'installations de transport et de distribution de l'eau pour les trois villages de Khor Angar, Sagallou et Dasbio où la situation est la plus critique. De plus, une demande de changement concernant le forage construit par le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural en remplacement du forage prévu initialement comme source d'eau dans le village de Sagallou a été faite le 12 juin 1991, elle a été jugée pertinente parce que ce changement ne présentait pas aucun problème du point de vue du relief et de la qualité de l'eau.

2.4.2 Contenu de la requête

Voici le contenu de la requête concernant la construction des installations de transport et de distribution de l'eau pour les villages de Khor Angar, Sagallou et Dasbio présentée au Gouvernement du Japon par le Gouvernement de Djibouti.

(1) Khor Angar (la distance moyenne de la zone d'alimentation à l'installation de captage existante est de 17 km)

. Equipements mécaniques et électriques

Groupe électrogène	2 unités
Pompe immergée	2 unités
Installation des pompes	1 lot

. Travaux d'installation

Agri de groupe électrogène	2 unités
Agri de gardien	2 unités
Réservoir (200 m ³)	1 unité
Réservoir de distribution (100 m ³)	1 unité
Fontaineries collectives	1 lot

. Pose des canalisations

Tuyau PVC ø 125	4.100 m
Tuyau PVC ø 110	12.100 m
Tuyau PVC ø 63	1.100 m

Tuyau PVC ø 40	1.000 m
Tuyau de fonte ø 125	1.000 m
Tuyau en acier galvanisé ø 102-114	1.000 m
Tuyau en acier galvanisé ø 50-60	400 m
Accessoires de fontaineries	1 lot

(2) Sagallou (Distance moyenne de la zone d'alimentation à l'installation de captage: environ 3 km)

. Travaux d'installation

Réservoir (200 m ³)	1 unité
Réservoir d'égalisation de pression	1 unité
Fontaineries collectives	1 lot
Vannes à air	1 lot
Installation d'évacuation des eaux et de la boue	1 lot
Travaux de clôture	1 lot

. Pose des canalisations

Tuyau PVC ø 145	6.700 m
Tuyau PVC ø 90	1.520 m
Tuyau PVC ø 90	260 m
Tuyau PVC ø 63	830 m
Tuyau PVC ø 40	130 m
Tuyau en fonte ø 100	155 m
Tuyau en acier galvanisé ø 80-90	35 m
Tuyau en acier galvanisé ø 50-60	75 m
Accessoires de fontaineries	1 lot

(3) Dasbio (distance moyenne de la zone d'alimentation à l'installation de captage: environ 7 km)

. Equipements mécaniques et électriques

Groupe électrogène	1 unité
Pompes et installation	2 unités
Panneau de contrôle	1 unité

. Travaux d'installation

Abri de pompe	1 unité
Abri de gardien	1 unité

Réservoir (25 m ³)	1 unité
Réservoir de distribution (100 m ³)	1 unité
Fontaineries collectives	1 lot
. Pose des canalisations	
Tuyau PVC ø 90	2.650 m
Tuyau PVC ø 90	1.250 m
Tuyau PVC ø 63	400 m
Tuyau PVC ø 40	105 m
Tuyau en fonte ø 100	265 m
Tuyau en fonte ø 80	4.150 m
Tuyau en acier galvanisé ø 80-90	425 m
Tuyau en acier galvanisé ø 50-60	50 m
Tuyau en acier galvanisé ø 40-49	12 m
Accessoires de fontaineries	1 lot

CHAPITRE 3 APREÇU DE LA ZONE DU PROJET

CHAPITRE 3 APERÇU DE LA ZONE DU PROJET

3.1 Aperçu de la zone du projet

La zone du projet se compose de 3 villages de Khor Angar, Sagallou et Dasbio, qui sont sous la tutelle du Service du Génie rural du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural en ce qui concerne leur alimentation en eau.

3.1.1 Village de Khor Angar

(1) Emplacement et situation socio-économique

Le village de Khor Angar se trouve dans le district d'Obock à 12°23' de longitude Nord et 43°20' de latitude Est, et donne sur la Mer Rouge à l'Est. Ce village est situé à environ 50 km de la ville principale du district, Obock, dans une zone pratiquement plate et désertique. C'est la plus grosse agglomération du district après Obock; beaucoup de ses habitants pratiquent l'élevage, et sont dispersés dans un rayon de 10 km environ par rapport au centre du village. On estime sa population actuelle à environ 5.000 habitants, et le centre du village compte environ 1.500 habitants, les enfants des nomades internes dans les écoles y comprises.

L'industrie principale du village est l'élevage. Une forêt de mangliers se trouve à 17 km du village sur la côte, dans la direction d'Obock; on a également confirmé la présence de crevettes et de crabes, etc. sur la côte, et on espère beaucoup le développement de la pêche et de la pisciculture. Un centre de formation à la pêche a été créé à Obock en 1989 pour la formation des pêcheurs, où se trouvent des installations de d'ancrage. Et dans cette zone s'est déroulée dans les années 1970 une manifestation internationale de sports marins, car le développement du tourisme centré sur les sports marins est également possible.

(2) Environnement social et conditions naturelles

Au centre du villages, il y a en dehors des habitations, des établissements publics, tels qu'une école et un internat construits avec l'aide de la Banque Mondiale. L'électrification n'est pas

réalisée, et seules les installations publiques sont éclairées la nuit par des batteries solaires mises en place par la Banque Mondiale. Les installations de télécommunications sont inexistantes, et les habitants sont en contact avec Obock en y allant en voiture. Ce village se trouve sur une route non recouverte et informelle qui, partant d'Obock, longe la côte; comme il s'agit d'une zone désertique plate, il n'y a pas de problème à craindre. La route qui relie Obock à Tadjoura n'est également pas recouverte, elle passe partiellement par la partie aménagée du sommet des montagnes, ce qui peut provoquer des problèmes à certains endroits pour le transport des équipements et matériaux.

La zone côtière où se trouve Khor Angar (sur une largeur d'environ 10 km à partir de la côte) est composée de couches sédimentaires, dont la perméabilité est très faible, c'est une zone où il est très difficile de trouver de l'eau souterraine. Les précipitations sont les plus basses de Djibouti, et la température moyenne élevée, c'est la partie de la zone du projet où les conditions naturelles sont les plus dures.

(3) Situation de l'alimentation en eau

Actuellement, le village de Khor Angar est alimenté en eau par des camions citernes venant d'Oulma ou bien des environs de Wadi Sadai, situés à environ 40 km de distance. L'itinéraire des camions citernes n'est pas fixé, mais ils font le tour des villages et des points d'alimentation du district en passant par les forages existant dans le district d'Obock. La surface des routes étant détériorée dans les zones de montagne, il arrive que les camions citernes aient des accidents, et l'alimentation en eau n'est donc pas assurée de manière stable. Un camion citerne (5.000 m³) passe dans le village une fois par semaine.

3.1.2 Village de Sagallou

(1) Emplacement et conditions socio-économiques

Le village de Sagallou se trouve dans le district de Tadjoura, à 11°40' de longitude Nord et 42°44' de latitude Est. Ce village se trouve sur la route principale (asphaltée) qui relie Tadjoura à Djibouti, à 130 km de Djibouti et 32 km de Tadjoura. Les habitants des

environs pratiquent l'agriculture et l'élevage, et la population est estimée à 3.000 habitants actuellement. Les activités principales sont l'élevage et l'agriculture. Pour l'agriculture, on cultive des plantes maraîchères, telles que tomates, aubergines, poivrons, etc. et les produits récoltés sont envoyés à Tadjoura et à la capitale Djibouti. Ce village se trouve sur la route qui relie Tadjoura et Djibouti, il est possible que comme relais, des activités commerciales s'y développent.

(2) Environnement social et conditions naturelles

En dehors des habitations, on trouve des établissements publics, tels que l'école, la salle de réunion, la mosquée, etc. et de petits jardins potagers. Il y a également des jardins potagers à l'arrière de la ville. Comme Khor Angar, Sagallou n'est pas électrifié. Il n'y a pas de réseau de télécommunications, et les gens sont en contact avec Tadjoura en faisant le déplacement en voiture. Le district de Tadjoura, où se trouve Sagallou, est le plus arrosé de la zone du projet. Le climat correspond à la moyenne de Djibouti: température moyenne de 33,1°C, humidité de 73,4%.

(3) Situation de l'alimentation en eau

Pour son alimentation en eau, Sagallou dépend actuellement des 5 puits privés et des forages construits dans le cadre de l'aide gratuite italienne. Les puits privés, qui se trouvent souvent au bord de la baie de Tadjoura, subissent l'influence de l'eau de mer, leur conductivité est forte 2630 à 4250, c'est une eau impropre à la consommation. Mais les forages construits grâce à l'aide gratuite italienne se trouvent à environ 8 km du village. Durant la saison des pluies, la teneur en sel des puits existants baisse légèrement, et les habitants s'approvisionnent donc à ces puits durant cette saison. Mais pendant la saison sèche, la qualité de l'eau de ces puits empire considérablement, et les habitants vont puiser l'eau aux forages construits avec l'aide italienne.

3.1.3 Village de Dasbio

(1) Emplacement et situation socio-économique

Le village de Dasbio se trouve dans le district d'Ali Sabieh, à 11°15' de longitude Nord et 42°48' de latitude Est. Il est desservi par le chemin de fer qui fait la liaison entre l'Ethiopie et Djibouti; il se trouve à 60 km de Djibouti par le train et à environ 20 km au Nord-Est d'Ali Sabieh. Les habitants du village sont des agriculteurs, des commerçants et des nomades habitant dans les environs. La population actuelle du villages est de 1.000 habitants, et de 3.000 habitants dans les environs (nomades).

Les activités du village sont l'élevage et l'agriculture; on y cultive des plantes maraichères comme à Sagallou. Les produits récoltés sont envoyés vers l'Ethiopie et vers Djibouti par le train. Le commerce est également actif à cause des produits apportés par le chemin de fer Ethiopie-Djibouti.

(2) Environnement social et conditions naturelles

En dehors des habitations, le village dispose d'établissements publics telles que l'école, la salle de réunion, le poste de police, la mosquée, etc. et également d'une voie de garage simple pour les trains. La route qui mène à Ali Sabieh n'est pas recouverte, mais il ne semble pas y avoir d'emplacements où des problèmes seraient à craindre pour le transport des équipements et matériaux. Le réseau de télécommunications est inexistant, comme dans les deux autres villages, et les gens sont en relation avec Abidjan en prenant leur voiture ou le train.

Dasbio se trouvant dans une zone montagneuse de faible altitude, il a un climat de plateaux, la température moyenne est de 30°C et l'humidité de 50%, ce qui est inférieur à la moyenne de Djibouti.

(3) Situation de l'alimentation en eau

A Dasbio, les villageois s'approvisionnent en eau aux puits existant dans le village, mais l'eau est devenue très salée (conductivité actuelle: 3480 S/cm), et impropre à la consommation. C'est pourquoi, l'alimentation en eau potable s'effectue deux fois par semaine par le

train venant de Djibouti. Mais la dimension des réservoirs montés sur les wagons et la nécessité de l'alimentation en eau d'autres villes font qu'ils n'apportent que 15 t par voyage.

3.2 Situation des forages prévus comme source d'alimentation

Voici un aperçu des forages de captage auxquels seront construits des installations de captage et de transport et distribution de l'eau pour l'alimentation jusqu'à la zone du projet.

3.2.1 Forages et installations de captage

Les forages prévus pour l'alimentation des villages de Khor Angar et Sagallou ont été construits dans la zone de Samallou, Nord-Ghoubet entre novembre et décembre 1990 avec l'aide gratuite italienne. Les forages d'alimentation de Dasbio ont été creusés par le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural en novembre 1986. Voici un aperçu de ces installations de captage.

Tableau - 21 Aperçu des forages existants

	Samallou 1 (Khor-Angar)	Samallou 2 (Khor-Angar)	Nord-Ghoubet	Sagallou (nouveau forage)	Dasbio
Diamètre du trou	6" 5/8	6" 5/8	6" 5/8	6"	7" 11/16
Profondeur	83,7 m	62,0 m	178,9 m	99,5 m	26,5 m
Matériau du tubage	Acier	Acier	Acier	PVC	PVC
Matériau de la crépine	Acier inoxydable	Acier inoxydable	Acier inoxydable	PVC	PVC
Pompe immergée	Installée (Q=16.0 m3/h)	Installée (Q=16.0 m3/h)	Installée (Q=16.0 m3/h)	Non installée	Non installée
Groupe électrogène	installée	installée	installée	Non installée	Non installée
Tableau de contrôle	installée	installée	installée	Non installée	Non installée
Abri de gardien	Construit	Construit	Construit	Non construit	Non construit
Cloture	Installée	Installée	Installée	Non installée	Non installée

3.2.2 Qualité de l'eau

Les Tableaux 22 et 23 indiquent les résultats de l'analyse de l'eau et ceux de l'analyse de la qualité de l'eau des forages sur lesquels des prélèvements ont été faits lors de l'étude sur place aux emplacements prévus pour la construction des forages dans la zone du projet. Parmi ces résultats, la conductivité de l'eau souterraine alimentant le village de Khor Angar était pratiquement la même qu'au moment de la construction, et la salinisation de l'eau n'a pratiquement pas progressé, mais c'est l'eau la plus salée de la zone du projet. Il n'y a pas aux abords de Khor Angar de forage capable de fournir plus de 10 m³/h, et le gouvernement de Djibouti donnant la priorité à la fourniture d'un volume stable, ce forage sera utilisé.

Le forage prévu pour l'alimentation du village de Sagallou (Nord-Ghoubet) montre lui aussi pratiquement la même conductivité qu'au moment de la construction, et on estime que la salinisation de l'eau n'a pratiquement pas progressé. L'eau du nouveau forage contient plus de l'acide azotique et nitreux que les autres forages de la zone, mais peu d'ions de chlore.

L'eau des forages de la zone de Dasbio est un peu salée pour la consommation, mais il n'y a pas de source d'eau de bonne qualité à proximité, et c'est un niveau qu'il faut tolérer compte tenu des moyennes de 400 mg/l et 520 mg/l d'ions de chlore des sources de 44 emplacements dans le pays et des 5 principales sources d'alimentation des villes.

Tableau-22 Résultats des analyses de l'eau lors de

la construction des forages (Khor-Angar, Sagallou)

	Unite	Samailou 1	Samailou 2	Nord-Ghoubet
Date		12/12/'89	16/12/'89	18/9/'89
Conductivite	µs a 20 C	3590	3540	1157
pH		6,9	6,9	7,4
Température	°C	37,5	37,5	51,3
Durete totale		40,7	40,6	10,8
Sulfate	mg/lit	356	352	66
Fe	mg/lit	Absente	Absente	Absente
Chlorures	mg/lit	642	644	302
Nitrates	mg/lit	Absente	Absente	Absente
Nitrites	mg/lit	Absente	Absente	Absente
Ammoniaque	mg/lit	Absente	Absente	Absente
Oxygene Dissout		4	4	1

Source: RAPPORT FINAL PROJET DE REALISATION ET EQUIPMENT DE 15 FORAGES PRODUCTIFS DANS REPUBLIQUE DE DJIBOUTI

Tableau - 23 Résultats de l'analyse de l'eau (1991)

	Unité	Samallou 1	Nord-Ghoubet	Sagallou (nouveau forage)	Dasbio	Critere de l'OMS
pH		7,4	7,6	7,6	7,5	6,5-8,5
Odeur		Normale	Normale		Normale	
Couleur	Degré	1	1	2	2	Inf. a 15 degres
Gout		Normale	Normale	Normale	Normale	
Turbidité	Degré	1	1	1	3	Inf. a 5 degres
Dureté	mg/lit	155	49,3	189	212	Inf. a 500
Résidus d'évaporation	mg/lit	1200	782	820	1390	Inf. a 500
Acide nitrique et azote nitreux	mg/lit	2,1	3,86	12,0	2,56	
Ions de chlore	mg/lit	970	340	238	590	Inf. a 250
Consommation de potassium et d'acide permanganique	mg/lit	0,8	2,0	3,6	1,4	
Calcium	mg/lit	86,4	36,3	38,1	163	
Magnesium	mg/lit	68,3	13,0	23,0	49,2	
Residus d'alliage	mg/lit	430	420	730	1200	

3.2.3 Volume d'eau

Les essais de pompage des forages lors de l'étude sur place et ceux réalisés lors de la construction permettent de dire qu'il est possible de pomper 16 m³/h et 15,7 m³/h des deux forages de Samallou (Khor Angar) et 11,9 m³/h du forage existant à Nord-Ghoubet (Sagallou) et 11,2 m³/h du forage existant à Dasbio. Le volume d'eau des villages de Khor Angar, Sagallou et Dasbio étant respectivement de 26,2 m³/h, 11,5 m³/h et 6,6 m³/h; on pense que ces forages suffiront à leur alimentation. Voir le volume de pompage des forages existants dans les documents annexes.

CHAPITRE 4 CONTENU DU PROJET

CHAPITRE 4 CONTENU DU PROJET

4.1 Objectif du projet

Dans les villages ruraux de Djibouti, il y a des zones où seuls des forages ont été construits et d'autres où des installations de captage comportant des installations secondaires, telles que la pompe immergée et le groupe électrogène, etc. sur les forages ont été construites. Mais les villages où les installations de transport et de distribution de l'eau n'ont pas été aménagées sont nombreux, et les habitants ne bénéficient pas d'une alimentation en eau régulière. Pour remédier à cette situation, le Gouvernement de Djibouti a établi le projet de l'adduction d'eau concernant les 8 villages importants du pays, et a sollicité la Coopération financière non remboursable du Japon pour améliorer la situation dans les trois villages de Khor Angar, Sagallou et Dasbio où l'insuffisance d'eau est particulièrement catastrophique. Ce projet de l'adduction d'eau prévoit la construction d'installation de transport et de distribution de l'eau jusqu'à ces villages depuis les forages de captage construits avec l'aide gratuite italienne et ceux construits par le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural lui-même, en vue de régulariser l'alimentation en eau de la population concernée.

4.2 Etude du contenu de la requête

4.2.1 Pertinence et nécessité du projet

La République de Djibouti a jusqu'ici, conformément à sa politique d'Etat, réalisé la construction de forages financés par l'aide étrangère ou sur fonds propres. Mais dans certaines zones, les forages sont éloignés des villages à alimenter, et l'alimentation en eau s'effectue toujours, comme par le passé, par camions citernes, ou bien les habitants vont s'approvisionner aux puits à forte teneur en sel, ou bien utilisent l'eau des puits pollués, ce qui permet de dire que les conditions d'alimentation en eau ne se sont pas beaucoup améliorées. L'aménagement des installations de transport et de distribution de l'eau des forages aux villages concernés permettra de régulariser leur alimentation en eau potable, et d'alimenter directement la population. Cette alimentation stable en eau contribuera largement au projet de

développement agricole (sédentatisation des habitants, etc.) du gouvernement djiboutien en limitant le pénible travail du puisage de l'eau et en assurant les bases vitales à la population.

4.2.2 Projets similaires et projets d'aide des organismes internationaux, etc.

Actuellement, le Projet d'adduction d'eau à Hol-hol et le projet de maintenance des installations de pompes sont en cours d'exécution sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural. Le Projet de maintenance des installations de pompes s'effectue au moyen du matériel de maintenance des installations de captage fourni dans le cadre de l'aide de la CEE. D'autre part, le Projet d'adduction d'eau à Hol-hol s'inscrit dans le Plan d'hydraulique rural national établi par le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, et la construction s'effectue avec l'aide de l'UNDP. Le Projet de l'adduction d'eau concernant les villages de Khor Angar, Sagallou et Dasbio sur lequel porte la requête faite au Japon s'inscrit également dans ce cadre.

4.2.3 Contenu des installations et des équipements et matériaux de la requête

Le tableau suivant a été établi selon la pertinence et la nécessité des équipements et matériaux de la requête, sur la base des résultats de l'étude sur place. Les Figures - 7, 8 et 9 donnent un aperçu des installations prévus pour les trois villages objets de la requête.

(1) Khor Angar

Installations, équipements et matériaux de la requête		Quantité	Nécessité et pertinence
Equipements mécaniques et électriques	Groupe électrogène	2 unités	Deux groupes électrogènes figurent dans les installations existantes, dont les caractéristiques satisfont aux besoins du projet et elle ne sera pas prévue.
	Pompe immergée	2 unités	Il y a actuellement 2 pompes immergées. L'étude sur place a permis de confirmer que les caractéristiques et le nombre de ces pompes permettra d'assurer la quantité d'eau du projet, elle ne sera pas prévue.
Taux d'installation	Abri de groupe électrogène	2 unités	Parmi les 2 groupes électrogènes en place, l'un est placé sous un abri, l'autre sous un abri provisoire. Celle dernière sera installée dans l'abri qui a suffisamment l'espace libre, donc le nouveau abri ne sera pas construit.
	Abri de gardien	2 unités	Il existe déjà un abri de gardien, comme il y a en général 1 ou 2 gardiens sur place, il n'est pas jugé nécessaire d'en construire davantage.
	Réservoir (200 m ³) Réservoir de distribution (100 m ³)	1 unité 1 unité	Les installations actuelles comportent un seul réservoir de 25 m ³ , 1 fontainerie collective et un robinet pour le bétail. Comme le réservoir existant ne permettra pas d'assurer le volume d'alimentation du projet, de nouveaux réservoirs devront être mis en place.
	Fontaineries collectives	1 lot	Il faudra en installer à 4 endroits. Et également 4 abreuvoirs pour le bétail.
Pose de canalisations	Tuyau PVC Ø 150 Tuyau PVC Ø 125 Tuyau PVC Ø 100 Tuyau fonte Ø 150 Tuyau en VC Ø 100	3750 m 6000 m 5670 m 950 m 1000 m	Nécessaires pour le transport et la distribution de l'eau. Le diamètre et la longueur seront fixés lors du plan. Les tuyaux en acier galvanisé ne résolvent pas le problème de la qualité de l'eau, les tuyaux en VC seront prévus.
	Accessoires de fontaineries	1 lot	Il faudra des vannes de distribution et des mesures pour les installations publiques comme les écoles, etc. Des vannes à air, installations d'évacuation de la boue, etc. seront également nécessaires.

(2) Sagallou

Installations, équipements et matériaux de la requête		Quantité	Nécessité et pertinence
Equipements mécaniques et électriques	Groupe électrogène	1 unité	Les installations actuelles ne comptent pas de groupe électrogène, il faudra en installer une nouvelle.
	Pompe immergée	1 unité	Les installations actuelles ne comptent pas de pompe immergée, il faudra en installer une nouvelle.
Taux d'installation	Abri de groupe électrogène	1 unité	Les installations actuelles ne comptent pas d'abri, il faudra en construire.
	Abri de gardien	1 unité	Idem
	Réservoir de distribution (200 m ³)	1 unité	Les installations actuelles ne comptent pas de réservoir, il faudra en installer un nouveau.
	Fontaineries collectives	1 lot	Nécessaires en 6 endroits
Pose de canalisations	Tuyau FRP Ø 125 Tuyau FRP Ø 75 Tuyau PVC Ø 50 Tuyau PVC Ø 30 Tuyau fonte Ø 100	1321 m 195 m 748 m 119 m 1987 m	Nécessaires pour le transport et la distribution de l'eau. Le diamètre et la longueur seront fixés lors du plan. Les tuyaux en acier galvanisé ne résolvent pas le problème de la qualité de l'eau, les tuyaux en VC seront prévus.
	Accessoires de fontaineries	1 lot	Il faudra des vannes de distribution et des mesres pour les installations publiques comme les écoles, etc. Des vannes à air, installations d'évacuation de la boue, etc. seront également nécessaires.

(3) Dasbio

Installations, équipements et matériaux de la requête		Quantité	Nécessité et pertinence
Equipements mécaniques et électriques	Groupe électrogène	1 unité	Les installations actuelles ne comptent pas de groupe électrogène, il faudra en installer une nouvelle.
	Pompe et installation	2 unités	Les pompes sont une pompe immergée et une pompe de transport de l'eau, et la pompe de transport de l'eau est adaptée au relief de la zone concernée. Un groupe électrogène devra être installé puisqu'il n'en existe pas actuellement. Le panneau de contrôle étant un accessoire sera installé dans le cadre du projet.
	Panneau de contrôle	1 unité	
Taux d'installation	Abri de pompe	1 unité	Inexistants actuellement, ils devront être installés au cours du projet parce qu'ils sont nécessaires à la maintenance.
	Abri de gardien	1 unité	
	Réservoir (25 m ³)	1 unité	Idem
	Réservoir de distribution (100 m ³)	1 unité	Devra être installé parce que le réservoir de distribution actuel n'est pas d'un volume suffisant.
	Fontaineries collectives	1 lot	Nécessaires en 3 endroits
Pose de canalisations	Tuyau FRP Ø 75 Tuyau PVC Ø 75 Tuyau PVC Ø 50 Tuyau PVC Ø 30 Tuyau fonte Ø 100 Tuyau fonte Ø 80 Tuyau en CV Ø 80	2532 m 1198 m 362 m 93 m 166 m 3972 m 325 m	Nécessaires pour le transport et la distribution de l'eau. Le diamètre et la longueur seront fixés lors du plan. Les tuyaux en acier galvanisé ne résolvent pas le problème de la qualité de l'eau, les tuyaux en VC seront prévus.
	Accessoires de fontaineries	1 lot	Il faudra des vannes de distribution et des mesures pour les installations publiques comme les écoles, etc. Des vannes à air, installations d'évacuation de la boue, etc. seront également nécessaires.

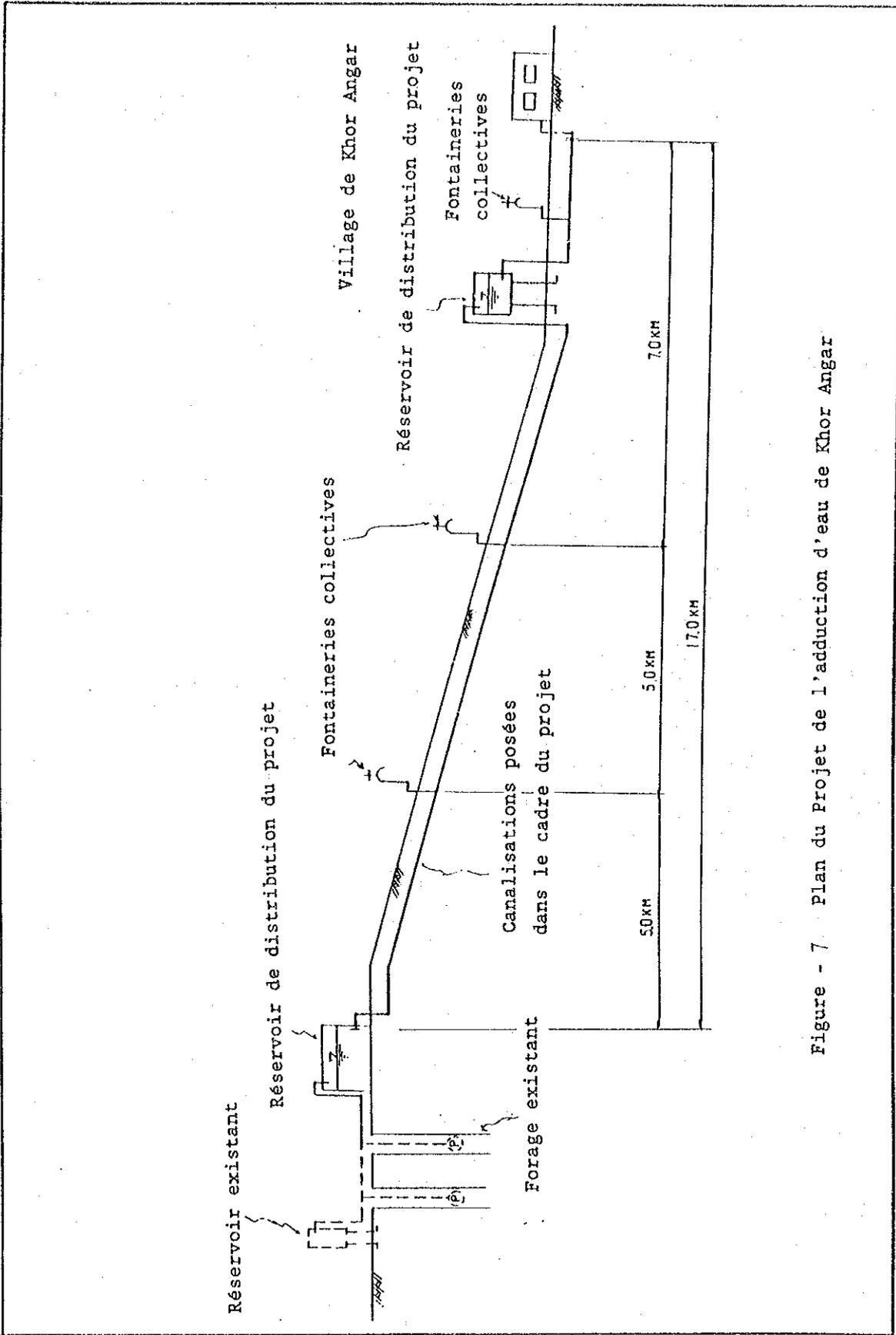


Figure - 7 Plan du Projet de l'adduction d'eau de Khor Angar

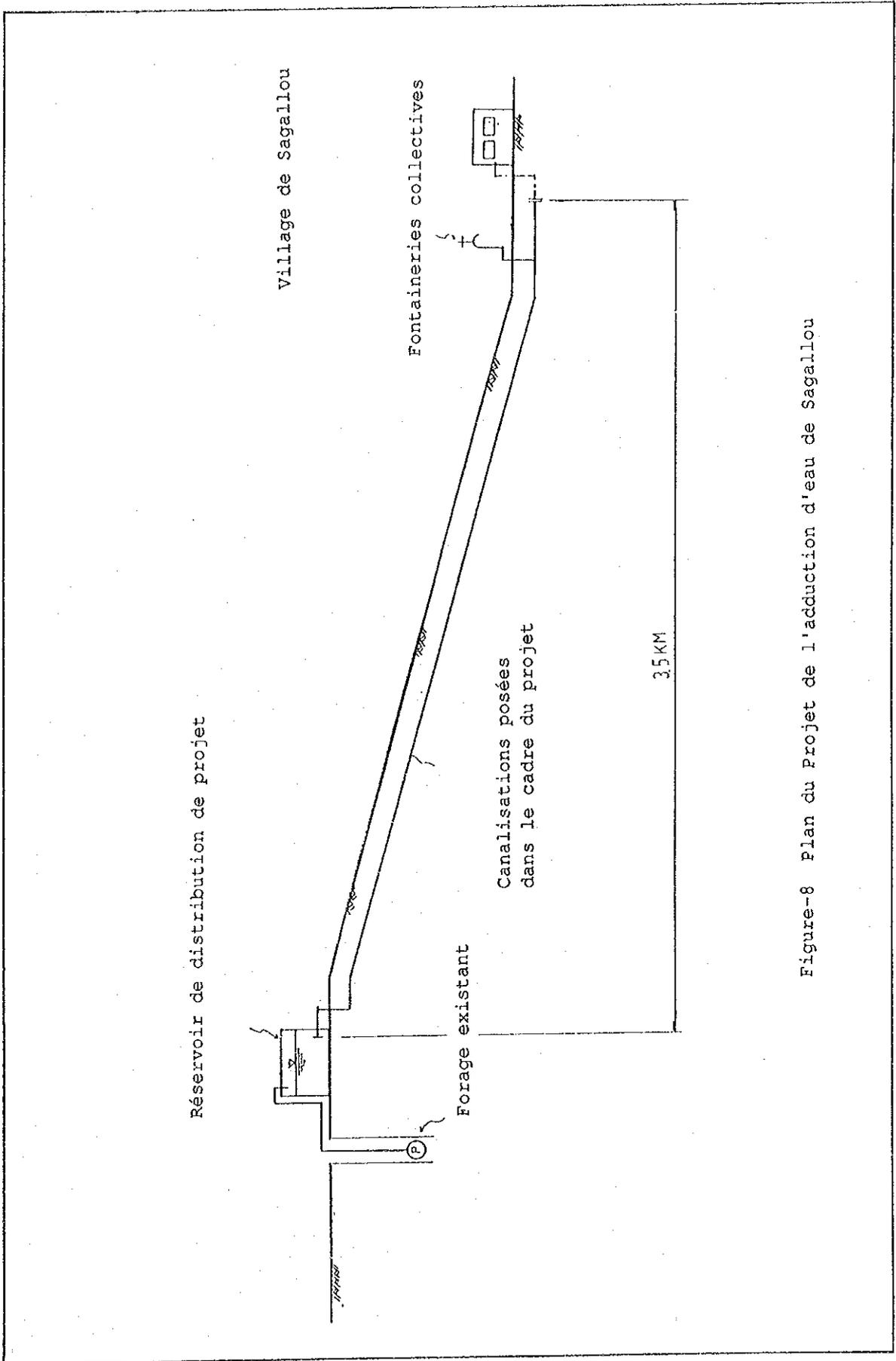


Figure-8 Plan du Projet de l'adduction d'eau de Sagallou

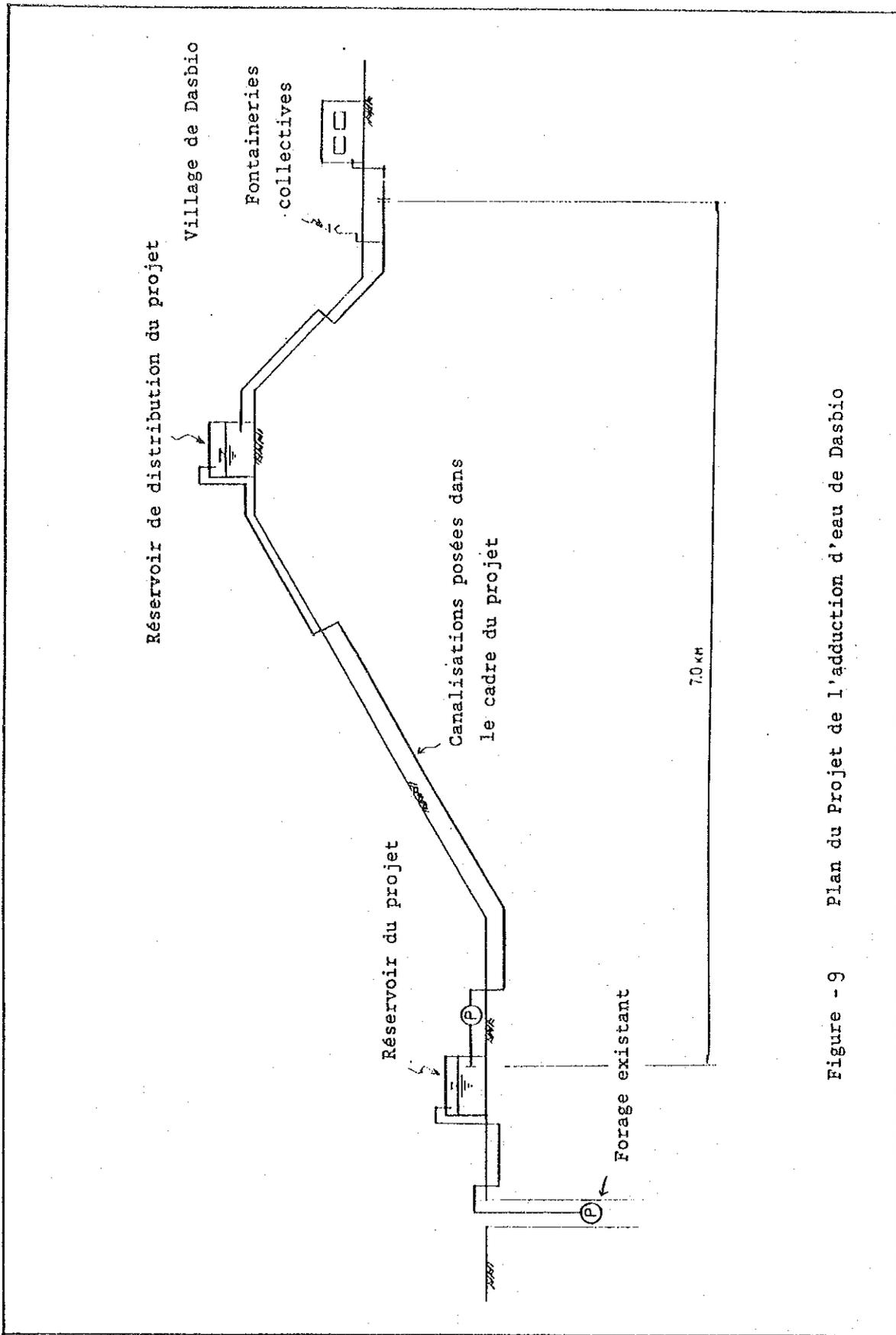


Figure - 9 Plan du Projet de l'adduction d'eau de Dasbio

4.2.4 Nécessité de la coopération technique

Un organisme de formation des ouvriers spécialisés existe en République de Djibouti, mais pas d'organisme de formation des techniciens, d'organisme de stage ni d'université. Les organismes administratifs et ministères n'organisent pas de stages ni de projet de formation périodique, et les techniciens des différents ministères apprennent principalement les techniques par le biais du transfert technologique d'experts détachés de pays étrangers en vue de la coopération technique, ou bien en faisant des stages à l'étranger avec une bourse d'un organisme étranger. Peu de techniciens ont fait des stages à l'étranger, et c'est le cas pour tous les ministères.

Le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural sera l'organisme d'exécution du présent projet, et le Service Génie Rural de ce même ministère sera chargé de la maintenance des installations du projet. Les techniciens des adductions d'eau de cette Direction, en dehors des techniciens étrangers venus pour la coopération technique, sont au nombre de 4. Le présent projet ayant pour objectif la construction d'installations de transport et de distribution de l'eau, la maintenance des canalisations ne nécessitera pas de techniques de maintenance particulières.

4.2.5 Orientation de base de la coopération

Les résultats de l'étude ci-dessus nous ont permis de confirmer les effets, la faisabilité, la capacité d'exécution et de maintenance de l'organisme d'exécution de la partie djiboutienne pour l'exécution de ce projet dans le cadre de la coopération financière non remboursable. Et les effets du projet étant conformes au système de la Coopération financière non remboursable, on estime pertinente son octroi pour ce projet. Et présumant l'octroi de la Coopération financière non remboursable du Japon, nous avons étudié l'aperçu du projet ci-dessous et établi un plan de base.

4.3 Aperçu du projet

4.3.1 Organisme d'exécution et système d'exploitation

Après l'achèvement de ce projet, le Service du Génie rural du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural sera chargé de l'exploitation des principales installations de transport et de distribution de l'eau, et la maintenance des robinets, etc. sera effectuée par les collectivités locales. La Figure - 12 indique l'organigramme du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural et celui du Service du Génie rural, ce qui permet de constater que ce service compte un total de 91 employés, dont 7 administrateurs, 7 employés de bureau, 12 techniciens, 57 ouvriers spécialisés et 9 autres employés. Et parmi ces employés, il faut compter 5 Français, 2 Italiens, 1 Allemand et 2 employés des Nations-Unies, délégués dans le cadre de la coopération technique étrangère et affectés au Conseiller, au Service hydraulique, à la Sub-division de forages et puits, au Bureau d'études, à la Sub-division des études et travaux d'équipements ruraux, à la Sub-division de parc, et à la Section d'entretien de dépannage.

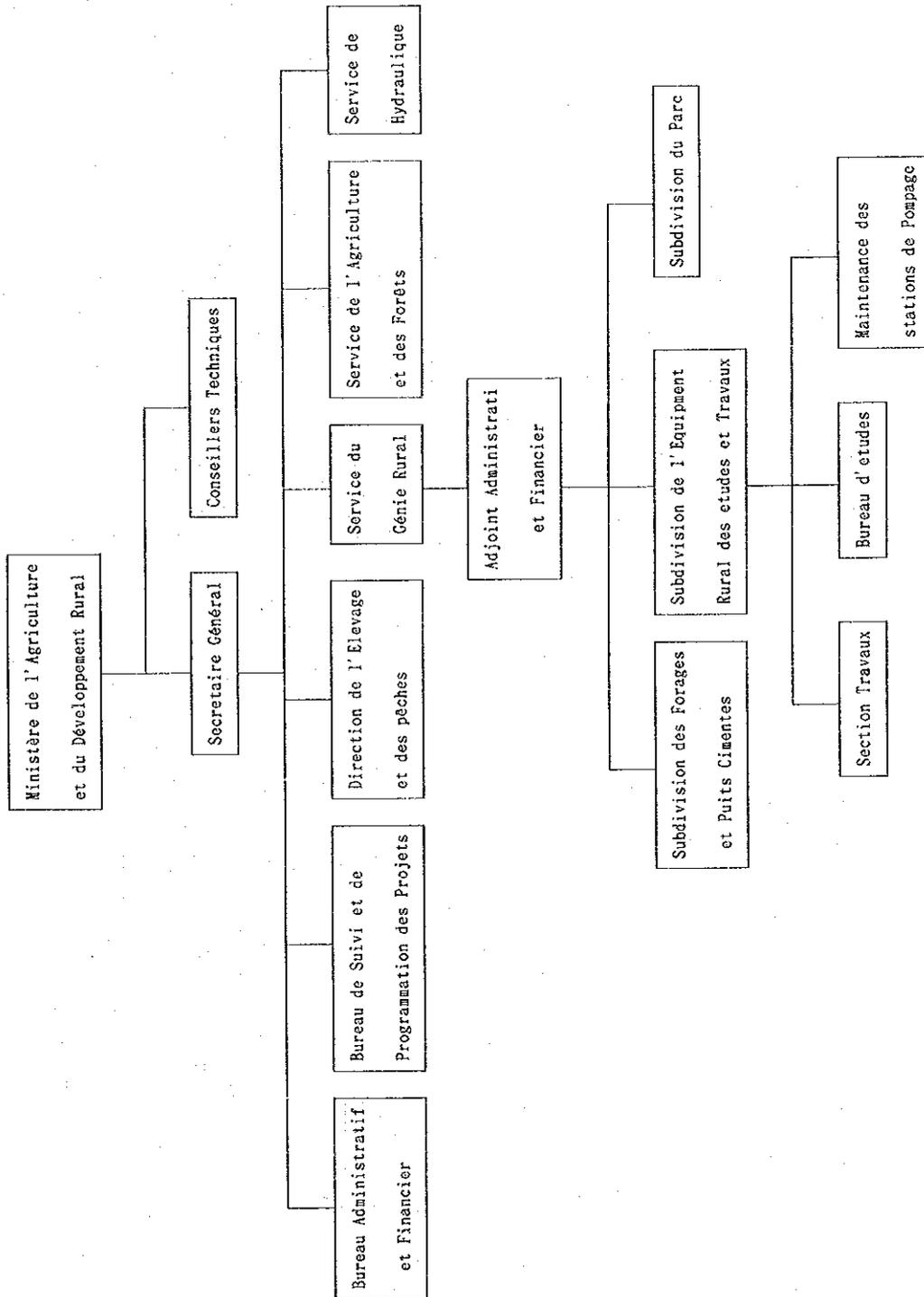


Figure-10 Organigramme Général de Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

Pour ce projet, la partie djiboutienne prévoit le système d'exécution suivant, et l'équipe du projet se composera de 2 administrateurs, 5 techniciens (2 pour le projet d'installations et 1 hydrogéologue) du Service du Génie rural et 2 hydrogéologues de l'ONED.

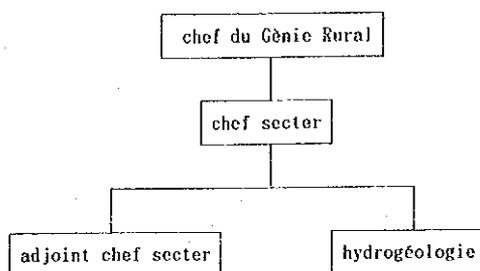


Figure - 11 Système d'exécution de la partie djiboutienne

4.3.2 Aperçu des installations, et des équipements et matériaux

Le Tableau - 24 donne la liste des principales installations et des équipements et matériaux jugés nécessaires pour le projet.

Tableau - 24 Contenu des installations, et des équipements et matériaux du projet

Installations, équipements et matériaux		Quantités			Total
		Khor-Angar	Sagallou	Dasbio	
Installations mécanique et électrique	Groupe électrigène	-	1 unité	1 unité	2 unité
	Pompe immergée	-	1 unité	1 unité	2 unité
	Pompe de transport	-	-	1 unité	1 unité
Travaux d' installation	Abri de groupe électrigène	-	1 unité	1 unité	2 unité
	Abri de gardien	-	1 unité	1 unité	2 unité
	Réservoir de distribution	2 unité	1 unité	1 unité	4 unité
	Abri de pompe de transport	-	-	1 unité	1 unité
	Réservoir	-	-	1 unité	1 unité
Travaux la pose de canalisation	Tuyaux de transport et distribution de l'eau	1 lot	1 lot	1 lot	3 lots
	Accessoires de fontainerries	1 lot	1 lot	1 lot	3 lots

4.3.3 Projet de maintenance

(1) Projet de maintenance

Actuellement, le Service du Génie rural et les collectivités locales s'occupent de la maintenance des installations d'adduction d'eau villageoises. Le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural s'occupe de la maintenance simple des installations hydrauliques ainsi que de celle des installations de distribution, réservoirs y compris; les collectivités locales, elles, s'occupent de la maintenance simple, telle que le remplacement des robinets, etc. Les installations construites seront également maintenues dans ce système après leur achèvement.

Le Service du Génie rural a constitué la brigade de maintenance ci-dessous pour la maintenance des installations d'adduction d'eau. La brigade du Génie rural visite une fois par mois les installations de captage des villages et les installations de transport et de distribution de l'eau, pour les inspecter. Les pannes de pompe immergées sont réparées à l'atelier du Service du Génie rural. Actuellement, une brigade de maintenance de la même composition a été déléguée à Tadjoura pour assurer la maintenance dans les villages du Nord de Djibouti.

Chef	1 personne
Technicien en chef	1 personne
Maintenance des pompes	2 personnes
Installation des pompes	4 personnes
Mécanicien	3 personnes
<hr/>	
Total	11 personnes

Les installations d'hydraulique rurale se composant pratiquement des forages de captage, la composition de la brigade de maintenance ne pose pratiquement pas de problèmes, mais après l'achèvement du projet, 2 poseurs de canalisation devront y être affectés pour assurer la maintenance des installations de transport et de distribution de l'eau.

(2) Frais de maintenance

La maintenance des installations du projet sera assurée par le Service du Génie rural du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, ainsi que par les collectivités locales. Le Service du Génie rural gèrera les installations de captage et de distribution de l'eau elle-même, alors que les collectivités locales s'occuperont de la fourniture des pièces d'usure et des installations simples comme les fontaineries. Par ailleurs, si les collectivités locales ne disposent pas de moyens financiers suffisants pour régler les frais de maintenance, la partie manquante sera fournie par le Service du Génie rural. Les Tableaux 24 et 25 indiquent les frais de maintenance des 3 dernières années du Service du Génie rural et des collectivités locales, un budget spécial a été établi pour la maintenance depuis 1990 au Service du Génie rural, sans doute parce que la construction des installations d'adduction d'eau au niveau régional a commencé en 1989. D'autre part, les collectivités locales n'assurant que le paiement des frais de carburant pour les installations existantes, ces frais n'ont pas augmenté au cours des 3 dernières années.

Les équipements et matériaux pour la construction des installations de forage de captage sont essentiels dans les frais de maintenance du projet, et les produits d'usure tels que le carburant, etc. constitueront les frais de maintenance après l'exécution du projet. Les frais de maintenance annuels des adductions d'eau de Khor Angar, Sagallou et Dasbio seront de 1.509/800 FDJ, 1.472.800 FDJ et 1.415.300 FDJ respectivement (voir les sources de calcul en fin de volume), ce qui représente respectivement 22%, 16% et 18% du budget de maintenance de la collectivité locale concernée. L'an dernier, la dépense de maintenance de chaque collectivité a été de 2.000.000 FDJ pour le district d'Obock, 4.000.000 FDJ pour celui de Dasbio et 3.000.000 DFJ pour celui d'Ari Sabiet, et si on ajoute les frais prévus pour ce projet, on obtient respectivement 3.509.800 DFJ, 5.472.800 FDJ et 4.415.300 FDJ, ce qui représente 50%, 61% et 55% du budget de gestion-entretien. Par ailleurs, en 1991, le budget total de chaque district était de 88.544.000 FDJ, 110.985.000 FDJ, 98.004.000 FDJ, où le budget

de maintenance ne représente que 2% environ, ce qui permet de dire qu'il n'y aura pas de problème budgétaire pour les frais de maintenance du projet.

Tableau-25 Evolution du budget du Genie Rural

Unite: mille FDJ

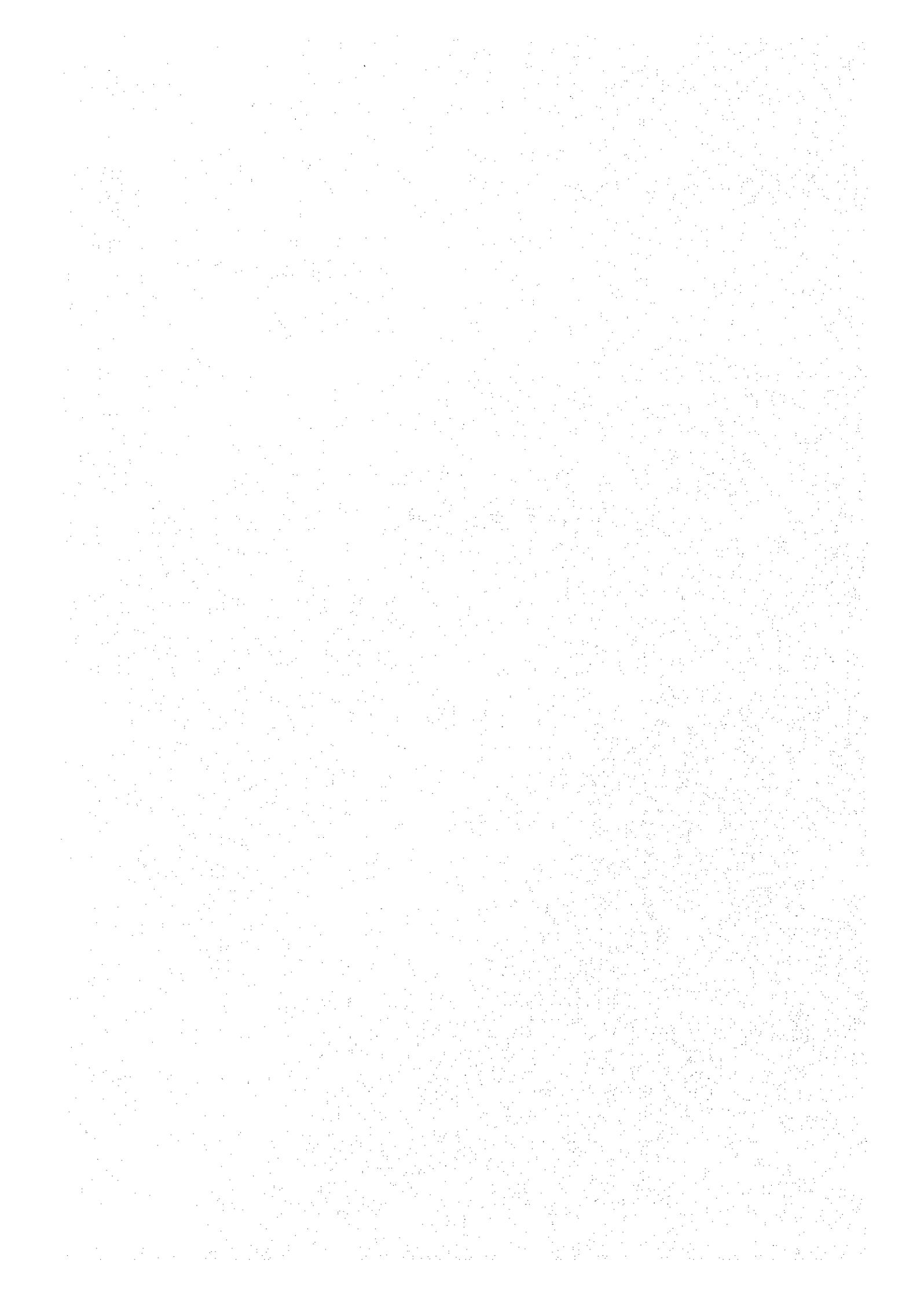
	1989	1990	1991
Depense de personnel	65.051	88.080	94.739
Depense de materiel (equipment de bureau, eclaiage et cahuffage)	20.266	20.266	21.766
Budget des frais de maintenance	-	-	8.500

Tableau - 26 Evolution du budget des frais de maintenance au cours des 3 dernières années

Unite: mille FDJ

		1989	1990	1991
District d'Obock	Depense de personnel	56.456	58.539	58.539
	Depense de materiel (equipent de bureau, eclaiage et chauffage)	20.188	20.305	22.005
	Budget des frais de maintenance	7.000	7.000	7.000
	total	84.644	86.844	88.544
District de Tadjourah	Depense de personnel	61.832	66.660	73.860
	Depense de materiel (equipent de bureau, eclaiage et chauffage)	26.308	26.425	28.125
	Budget des frais de maintenance	9.000	9.000	9.000
	total	97.140	102.085	110.985
District d'Ali-Sabieh	Depense de personnel	64.411	68.594	68.594
	Depense de materiel (equipent de bureau, eclaiage et chauffage)	19.593	19.710	21.410
	Budget des frais de maintenance	8.000	8.000	8.000
	total	92.004	96.304	98.004

CHAPITRE 5 PLAN DE BASE



CHAPITRE 5 PLAN DE BASE

5.1 Orientation du plan de base

Les points ci-dessous constituent les orientations fondamentales du plan de base des installations du projet.

- 1) La République de Djibouti étant située dans la zone tropicale aride, la température annuelle maximale y dépasse 40°C, et les rayons ultraviolets sont forts. C'est également une zone volcanique où des tremblements de terre ont été enregistrés dans les années 1970. Par conséquent, pour les installations extérieures, il faudra choisir des matériaux résistant aux ultraviolets, les matériaux comme le PVC qui subissent l'influence des ultraviolets seront enterrés, et une méthode d'exécution évitant l'influence des ultraviolets devra être adoptée. Pour les séismes, on a adopté "l'Echelle française de Mercalli 6,8", et la dimension des éléments structuraux sera définie sur cette base.
- 2) Les activités principales de la zone du projet sont l'agriculture et l'élevage, et la vie des habitants est centrée sur les quelques 12 heures du lever au coucher du soleil. Les habitants de la zone ont l'habitude de faire la sieste de 12 à 16 h de l'après-midi, au moment où le soleil est le plus fort, et le temps de la sieste sera soustrait de la période d'alimentation en eau puisqu'on n'utilise peu d'eau durant ce temps. Il faudra également tenir compte du volume d'eau nécessaire au bétail pour définir le volume d'eau du projet.
- 3) La zone du projet est éloignée de Djibouti, la capitale, mais des routes asphaltées sont aménagées entre la capitale et les villes principales de district, cependant la route menant de la ville principale à 2 des 3 villages du projet n'est pas goudronnée. Comme il y a également des endroits où des camions à remorque risquent d'avoir des accidents, il faudra autant que possible choisir des équipements et matériaux légers.

- 4) Les activités principales des villes de province et des villages de la République de Djibouti sont l'élevage et l'agriculture, et il est difficile de trouver des ouvriers spécialisés expérimentés dans la zone du projet et dans les grandes villes provinciales. Il faudra donc éviter de sélectionner des méthodes de construction nécessitant une certaine spécialisation et de l'expérience pour la construction des installations.
- 5) Le Service du Génie rural dépendant du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, organisme d'exécution du projet, sera chargé de la maintenance des installations principales. Actuellement, une brigade de maintenance de 6 hommes s'occupe de la maintenance des installations hydrauliques provinciales, effectue les réparations minimales; les réparations complexes, etc. sont effectuées dans ce service à Djibouti. Il faudra donc que les instruments des installations soient de structure simple, et manuels pour assurer une maintenance facile.
- 6) Actuellement, les normes concernant les équipements et matériaux de construction, ainsi que les équipements électriques ne sont pas fixées, et on y trouve des équipements et matériaux français, italiens, danois, etc. Présupposant que la fourniture des équipements ne posera pas de problèmes particuliers sur le plan de la maintenance, on sélectionnera les équipements et matériaux adaptés en tenant compte de la possession de l'organisme d'exécution. Les matériaux pour la construction seront autant que possible de fourniture locale.
- 7) Le plan de base sera établi conformément aux "Orientations de plan de base des adductions d'eau simples" et des "Explications-orientations du plan de base des adductions d'eau (1990)" du Ministère de la Santé japonais, en tenant compte de la situation locale.
- 8) Les normes concernant l'adaptation des équipements et matériaux de construction seront celles établies par la Commission de génie civil

japonaise et tiendront compte de la situation locale.

5.2 Etude des conditions du plan de base

5.2.1 Année objectif du projet

Pour les projets de l'adduction d'eau de petite envergure, on établit en général une période longue de 20 ans, et l'année du premier stade du projet est appelée année objectif. Si l'année objectif est fixée trop loin, il faudra faire des investissements à l'avance, et si elle est trop près, après la fin des installations, il faudra immédiatement passer à l'étape suivante, c'est pourquoi on prévoit en général une période de 7 à 10 ans. Dans le présent projet, vu l'urgence évoquée et la durabilité des équipements, on a établi une période de 10 ans et l'année objectif à l'an 2001.

5.2.2 Population du projet et têtes de bétail

(1) Population du projet

1) Croissance démographique

Si comme plus avant, on calcule la croissance démographique entre 1978 et 1988, elle est comme indiqué ci-dessous de 4,2%. Mais il s'agit là de la croissance démographique moyenne du pays, et comme la population a tendance à se concentrer dans les villes, on estimera dans ce projet que la croissance démographique de la zone du projet composée de villages ruraux est de 3%.

$$r = (Q_c/Q_k)^{1/t}$$

où:

r: croissance démographique moyenne annuelle

Q_c: population du premier exercice

Q_k: population du dernier exercice

t: nombre d'années passées

$$r = (500/330)^{1/(1988-1978)} - 1 = 0,042 = 4,2 \%$$

2) Population du projet

Compte tenu de cette croissance démographique de 3%, la population de la zone du projet sera la suivante en l'an 2001.

Tableau - 27 Population bénéficiaire du projet

Unité: habitant

Village	1991	2001
Khor Angar	5.000	6.720
Sagallou	2.000	2.690
Dasbio	1.000	1.344

(2) Têtes de bétail du projet

Comme il est difficile de trouver des pâturages pour le bétail à Djibouti, les troupes se déplacent de manière saisonnière, et comme il n'existe pas de statistiques concernant le nombre de têtes de bétail, et le nombre de tête par type d'animal, le bétail a été considéré comme de petits animaux comme les moutons et chèvres pour ce projet. Voici le nombre de têtes de bétail calculé sur la base de l'étude sur place.

Tableau - 28 Têtes de bétail du projet

	Têtes de bétail issues de l'interrogatoire oral	Têtes de bétail du projet
Khor Angar	6.000 têtes environ (dont 10% de grands animaux, boeufs, etc.)	8.000 têtes
Sagallou	6.000 têtes environ (presque uniquement de petits animaux, chèvres et moutons, etc.)	6.000 têtes
Dasbio	5.000 têtes environ (presque uniquement de petits animaux, chèvres et moutons, etc.)	5.000 têtes

5.2.3 Volume d'eau du projet

(1) Volume d'eau pour la vie quotidienne

Dans les adductions d'eau de la République de Djibouti, le volume d'eau unitaire est fixé à 60 l par personne et par jour en ville et à 40 l par personne et par jour en province. Par ailleurs, les besoins moyens en eau par personne et par jour établis par la Banque Mondiale pour la zone tropicale semi-aride sont de 30 à 40 l/jour aux fontaineries collectives et de 60 à 80 l/jour pour les robinets familiaux (voir le Tableau - 29). Dans le présent projet, fontaineries collectives et robinets familiaux sont confondus, et les robinets étant prévus pour les écoles, la salle de réunion, le mosquée, etc. des établissements qui sont de relativement petits consommateurs, on adoptera donc le volume unitaire de 40 l par personne et par jour.

Tableau - 29 Besoins moyens en eau par personne dans les pays en voie de développement (l/jour)

Zone	Fontaineries collectives	Robinetts familiaux *
Humide	10 - 20	20 - 40
Moyenne	20 - 30	40 - 60
Sèche	30 - 40	60 - 80

* Ne comprend pas l'eau des toilettes, l'eau d'arrosage, l'eau pour les potagers familiaux et les jardins, etc.

Source: SYSTEME D'ALIMENTATION PAR CANALISATIONS DES COMMUNAUTES DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT/DOCUMENT TECHNIQUE DE LA BANQUE MONDIALE

(2) Volume d'eau du projet pour le bétail

Comme pour l'eau de la vie courante, le Tableau - 30 indique l'eau nécessaire au bétail. Cette quantité a été prise comme critère pour le projet, et on a défini un volume de 5 l par tête et par jour. D'autre part, 3 fontaineries collectives et 3 robinets pour les animaux seront prévus entre le forage de captage et le village de Khor Angar, on a estimé que 50 nomades viendront s'alimenter à chacun d'eux par jour.

Tableau - 30 Volume moyen nécessaire par jour pour le bétail (l/tête)

Animal	Volume consommé	Animal	Volume consommé
Porc (femelle)	80-90	Mulet, cheval	40-50
Sanglier	16-18	Volaille	0,2
Porc (mâle)	30-33	Mouton, chèvre	5
Buffle	60-66	Boeuf	16-18

Source: SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU PAR CANALISATIONS DES COMMUNAUTES
DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT/DOCUMENTS TECHNIQUES DE
LA BANQUE MONDIALE

(3) Résumé des volumes d'eau du projet

1) Khor Angar

Volume d'eau des habitants

de Khor Angar 6.720 hab. x 40 l/jour = 268.800

Volume d'eau

des nomades 50 hab. x 40 l/jour x 3 emplacements = 6.000

Volume d'eau

pour le bétail 2.000 têtes x 5l/jour x 4 emplacements = 40.000

Total 314.800
(l/jour)

2) Sagallou

Volume d'eau des habitants 2.690 hab. x 40 l/jour = 107.600

Volume d'eau pour le bétail 6.000 têtes x 5 l/jour = 30.000

Total 137.600
(l/jour)

3) Dasbio

Volume d'eau des habitants 1.340 hab. x 40 l/jour = 53.600

Volume d'eau pour le bétail 5.000 têtes x 5 l/jour = 25.000

Total 78.600
(l/jour)

Tableau - 31 Volume d'eau du projet pour les 3 villages

Village	Volume d'eau du projet (l/jour)
Khor Angar	314.800
Sagallou	137.600
Dasbio	78.600

5.2.4 Méthode et système de distribution d'eau

Comme il n'existe pas de limitations dues au relief depuis l'installation de captage jusqu'aux zones d'alimentation, la méthode de distribution sera l'écoulement naturel pour les villages de Khor Angar et Sagallou. Pour Dasbio, l'altitude du forage de captage étant inférieure de 60 m environ à celle de la zone d'alimentation, on combinera pressuration par pompe et écoulement naturel. Comme les habitations sont relativement éparpillée, on utilisera un système à une seule canalisation d'alimentation.

5.2.5 Installations de transport et de distribution

(1) Réservoir de distribution

Actuellement, en cas de panne d'installation hydraulique, la brigade de maintenance du Service du Génie rural est déléguée de Djibouti pour la réparation. Et comme la réparation demande une journée pour les villages ruraux, la capacité du réservoir de distribution a été fixée au volume nécessaire pour 1 journée.

En cas d'écoulement naturel, le réservoir sera installé à proximité du forage, pour le transport sous pression d'une pompe, il sera installé sur une hauteur à proximité de la zone d'alimentation. Comme la canalisation sera très longue pour Khor Angar, environ 17 km, un réservoir de distribution sera placé en 2 endroits: à proximité du forage et à proximité de la zone d'alimentation.

(2) Canalisation de transport et de distribution de l'eau

La zone du projet étant éloignée de Djibouti, il y a des endroits où la route est mauvaise. Comme il est difficile de trouver des poseurs de canalisations expérimentés, les tuyaux devront être des tuyaux en PVC-FRP facilement transformables et utilisables, légers et devront être posés dans des zones où il n'y a pas de problèmes physiques; et des tuyaux VC ou en fonte seront utilisés dans les zones où ils risquent d'être endommagés, etc. On utilisera des raccords circulaires en caoutchouc évitant le déboîtement qui ne nécessitent pas de techniques spéciales pour raccorder les tuyaux PVC-FRP et les tuyaux en fonte.

Le diamètre des tuyaux a été défini sur la base du flux de la Figure - 11 "Explications - orientations du plan des adductions d'eau". La vitesse du flux dans les différents tuyaux PVC-FRP de la figure est indiqué dans le Tableau - 32. Pour le plan des tuyaux de transport et de distribution de l'eau dans les zones où le réservoir de distribution sera à proximité du forage, on a prévu une marge de 30% compte tenu des heures de pointe.

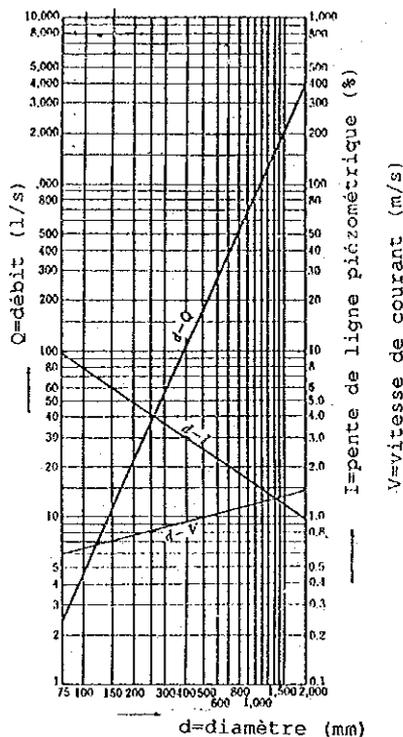


Tableau - 32 Vitesse du flux pour les différents diamètres

Diamètre	Vitesse du flux (m/sec.)
VP 75	0,60
VP 100	0,65
VP 125	0,60

Figure - 12 Vitesse du flux du tuyau

5.2.6 Période d'alimentation et période de fonctionnement de la pompe

Comme indiqué ci-dessus, la zone du projet n'est pas électrifiée, et les habitants vivent principalement durant les 12 heures qui vont du lever au coucher du soleil. Par ailleurs, de midi à 16 h, le soleil est si accablant qu'ordinairement la population fait la sieste. Et donc les habitants vont surtout s'approvisionner en eau durant les 10 heures, en dehors des heures de sieste.

Le temps de fonctionnement de la pompe sera de moins de 12 heures puisqu'il n'existe qu'un groupe électrogène dans chacune des zones concernées.

5.2.7 Installation hydraulique

Le type d'installation hydraulique du projet sera une combinaison des fontaineries collectives et de robinets pour les écoles, les mosquées, les salles de réunion, etc. Les fontaineries seront installées par la partie japonaise, et la partie djiboutienne s'occupera de l'alimentation en eau depuis les vannes de distribution aux robinets familiaux.

5.3 Plan de base

5.3.1 Khor Angar

(1) Installation de captage

1) Capacité de la pompe

Actuellement, les installations de captage sont deux forages, qui permettront respectivement le pompage de 12 m³/h et de 72 m³/h. Comme installation de pompage, il y a 2 pompes immergées d'une capacité de 16 m³/h, ce qui permet de pomper 28 m³/h. Le volume du projet pour Khor Angar est de 314,8 m³/jour, et comme le temps de fonctionnement des pompes est de 12 heures, les pompes devront avoir une capacité de:

$$314,8 \text{ (m}^3\text{)}/12 = 26,2 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Les pompes actuellement en place étant convenables, elles seront utilisées pour le projet.

2) Calcul de la hauteur de refoulement de la pompe immergée

La hauteur de refoulement de la pompe sera calculée sur la base des

conditions suivantes. La tuyau d'acheminement sera de 65 dia., et une vanne de commutation sera installée.

a. Perte de hauteur de refoulement du tuyau (h)

Calculée selon la méthode de Hazen-Williams.

$$h = 10,666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

où

h: perte de hauteur de refoulement (m)

C: indice de vitesse de flux (110)

D: diamètre du tuyau (m)

Q: débit (m³/sec.)

L: longueur (m) 250 + 90 = 340 m

$$h = 10,666 \times 110^{-1.85} \times 0,065^{-4.87} \times 0,00333^{1.85} \times 340$$

$$= 9,562 \text{ m}$$

b. Perte d'aspiration (h_f)

$$h_f = f \times v^2 / 2 g$$

où:

f: indice de perte (0,5 pour tuyau rectiligne)

v: vitesse du flux dans le tuyau $0,00333 / (0,065^2 \times \pi \times 0,25)$
= 1,004 m/sec.

g: accélération de la pesanteur 9,8 m/sec²

$$h_f = 0,5 \times 1,004^2 / (2 \times 9,8) = 0,026 \text{ m}$$

c. Perte des vannes (h_b)

$$h_b = f \times v^2 / 2 g$$

f = 0,26 (pleine ouverture de la vanne d'arrêt)

$$h_b = 0,26 \times 1,004^2 / (2 \times 9,8) = 0,013 \text{ m}$$

d. Perte de relâchement

$$h_c = f \times v^2 / 2 g$$

f = 0,50 (tuyau rectiligne)

$$h_c = 0,50 \times 1,004^2 / (2 \times 9,8) = 0,026 \text{ m}$$

e. Résumé de la hauteur totale de refoulement (ΣH)

$$\Sigma H = (\text{niveau d'eau du réservoir de distribution} - \text{niveau})$$

$$\begin{aligned}
 & \text{d'eau de la pompe) + } h + h_f + h_b + h_c \\
 & = (117-91) + 9,562 + 0,026 + 0,013 + 0,026 \\
 & = 35,6 \text{ m} \rightarrow 36 \text{ m}
 \end{aligned}$$

f. Calcul de la puissance de la pompe immergée (P) et caractéristiques de la pompe

La puissance de la pompe se calcule avec la formule suivante.

$$P = 0,163 \times \gamma \times Q \times H \times (1 + \alpha) / \eta_p$$

où:

P: puissance du moteur (kW)

γ : poids volumétrique unitaire de l'eau (1,0 kg/l)

Q: débit de la pompe (0,2 m³/min.)

H: hauteur totale de refoulement (94 m)

α : marge (0,15)

η_p : efficacité de la pompe 0,4 (voir la Figure - 13)

$$P = 0,163 \times 1,0 \times 0,2 \times 36,0 \times (1 + 0,15) / 0,4$$

$$= 3,37 \text{ kW} \rightarrow 4,0 \text{ kW}$$

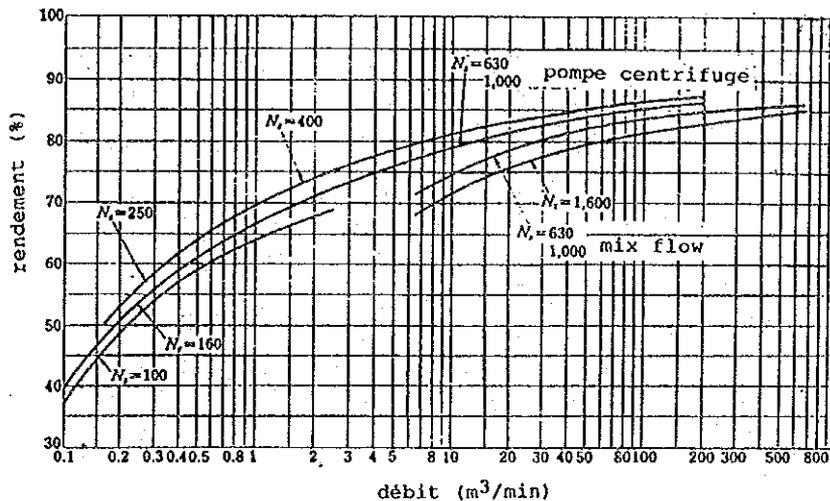


Figure - 13 Efficacité de la pompe

3) Groupe électrogène

Il faudra une capacité supérieure à la capacité la plus grande pour assurer la capacité pour le fonctionnement constant sous pleine charge, à la capacité nécessaire à la chute de pression tolérée et à la

capacité de démarrage final du moteur.

- a. Capacité nécessaire au fonctionnement constant sous pleine charge (P_{G1})

$$P_{G1} = \sum P_0 \times \alpha / (\eta_L \times \psi_L)$$

où:

P_0 : Total de la charge du groupe kW

η_L : Efficacité totale de la charge 0,85

ψ_L : Facteur de puissance total de la charge 0,8

α : Indice de besoin 0,95

$$\begin{aligned} P_{G1} &= 4,0 \times 0,95 / (0,85 \times 0,8) \\ &= 5,6 \text{ KVA} \end{aligned}$$

- b. Capacité nécessaire par rapport à la baisse de tension tolérée (P_{G2})

$$P_{G2} = P_M \times \beta \times C \times X_{d'} \times (1 - \Delta E) / \Delta E$$

où:

P_M : Puissance électrique de la capacité maximale kW

β : KVA de démarrage par kW de capacité maximale

C : Indice relatif à la méthode de démarrage

Tableau - 33 KVA de démarrage selon la méthode de démarrage

Méthode de démarrage	$\beta \times C$
Démarrage direct	7,2 x 1,0
Démarrage Star Delta	7,2 x (2/3)

$X_{d'}$: Constante du groupe 0,3

E : Taux de baisse de tension tolérée 0,25

Le groupe électrogène le plus puissant est de 4,0 kW, et la méthode de démarrage Star Delta sera utilisée.

$$\begin{aligned} P_{G2} &= 4,0 \times 7,2 (2/3) \times 0,3 (1 - 0,25) / 0,25 \\ &= 17,3 \text{ KW} \end{aligned}$$

c. Capacité nécessaire pour démarrer enfin le groupe électrogène à capacité maximale (P_{G3})

$$P_{G3} = [\{ (\sum P_0 \times \alpha / \eta_L) - (P_m / \eta_m) \} + (P_m \times \beta \times C \times \psi_s)] / (\gamma \times \psi_G)$$

où

$\sum P_0$: Total de la puissance de charge du groupe KW

η_L : Efficacité totale de la charge 0,85

α : Indice de besoin 0,95

P_m : Puissance de démarreur à capacité maximale KW

η_m : Efficacité de démarreur à capacité maximale 0,85

β : KVA de démarrage par kW à capacité maximale

C : Indice selon la méthode de démarrage (voir Tableau - 33)

ψ_s : Facteur de puissance de démarrage à capacité maxi. 0,4

γ : Charge excessive instantanée par rapport à la capacité du démarreur 1,1

ψ_G : Facteur de puissance du groupe 0,8

$$\begin{aligned} P_{G3} &= [\{ (9,0 \times 0,95 / 0,85) - (4,0 / 0,85) \} + \\ &\quad (4,0 \times 7,2 \times 0,666 \times 0,4)] / (1,1 \times 0,8) \\ &= 14,3 \text{ KVA} < 17,3 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Par conséquent, la puissance du groupe électrogène sera supérieure à 18 KVA et la puissance du groupe électrogène existant est de 30 KVA, donc il sera utilisé.

(2) Réservoir de distribution

Les canalisations de distribution du projet seront très longues, 17 km, et un réservoir de distribution sera installé à proximité du forage et à proximité de la zone d'alimentation. Un réservoir de distribution d'une capacité de 100 m³ qui correspond au volume fourni durant 10 heures sera installé près du village, et un réservoir de 200 m³, ce qui correspond à 14 heures d'alimentation sera installé près du forage. Comme il n'y a pas de hauteur dans la zone de ce village, le réservoir de distribution de 100 m³ sera surélevé. Voici les dimensions des réservoirs.

Réservoir de distribution de 200 m³:

10,00 m (largeur) x 10,00 m (longueur) x 2,00 m (hauteur)

Réservoir de distribution de 100 m³:

5,00 m (largeur) x 5,00 m (longueur) x 4,00 m (hauteur)

(3) Canalisations de distribution

Le diamètre des canalisations de distribution se calcule à partir du volume d'eau alimenté à chaque point (5,0 km, 10 km et Khor Angar) des tuyaux de distribution d'eau.

Tableau - 34 Débit aux différents points

Point	Volume fourni			Débit des canalisations (m ³ /jour)
	Population (hab.)	Bétail (têtes)	Volume fourni (m ³)	
5,0 km	50	2.000	12	302,8
10,0 km	50	2.000	12	290,8
Khor Angar	6.720	2.000	278,8	278,8

Le réservoir de distribution étant construit près de Khor Angar, l'alimentation se fera partiellement par écoulement naturel depuis le forage, le temps d'alimentation pourra être allongé par rapport au temps d'alimentation réelle, la période d'alimentation du réservoir de distribution proche du forage au réservoir de distribution à proximité de Khor Angar sera fixée à 15 heures, et avec un tuyau VP 100, on obtiendra une vitesse de flux de:

$$278,8 / (15 \times 0,1^2 \times 0,25 \times 3600) = 0,657 \text{ m/sec.}$$

Le tuyau VP 100 convient donc pour cette alimentation. De plus, aux points 5 km et 10 km, on assurera principalement l'alimentation du bétail, et compte tenu de la différence de volume nécessaire avec le déplacement saisonnier des nomades, on installera un tuyau plus gros VP 125 jusqu'au 10 km depuis le réservoir de distribution proche du forage.