

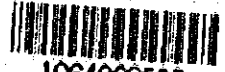
**RAPPORT  
DE  
L'ETUDE DES PLANS DES BASES  
DU  
PROJET RURAL D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
A  
LA REPUBLIQUE DU SENEGAL**

**MARS, 1983**

**L'AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE**



JICA LIBRARY



1064968[9]



**RAPPORT  
DE  
L'ETUDE DES PLANS DES BASES  
DU  
PROJET RURAL D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
A  
LA REPUBLIQUE DU SENEGAL**

**MARS, 1983**

**L'AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE**

**G R B**

**C R (2)**

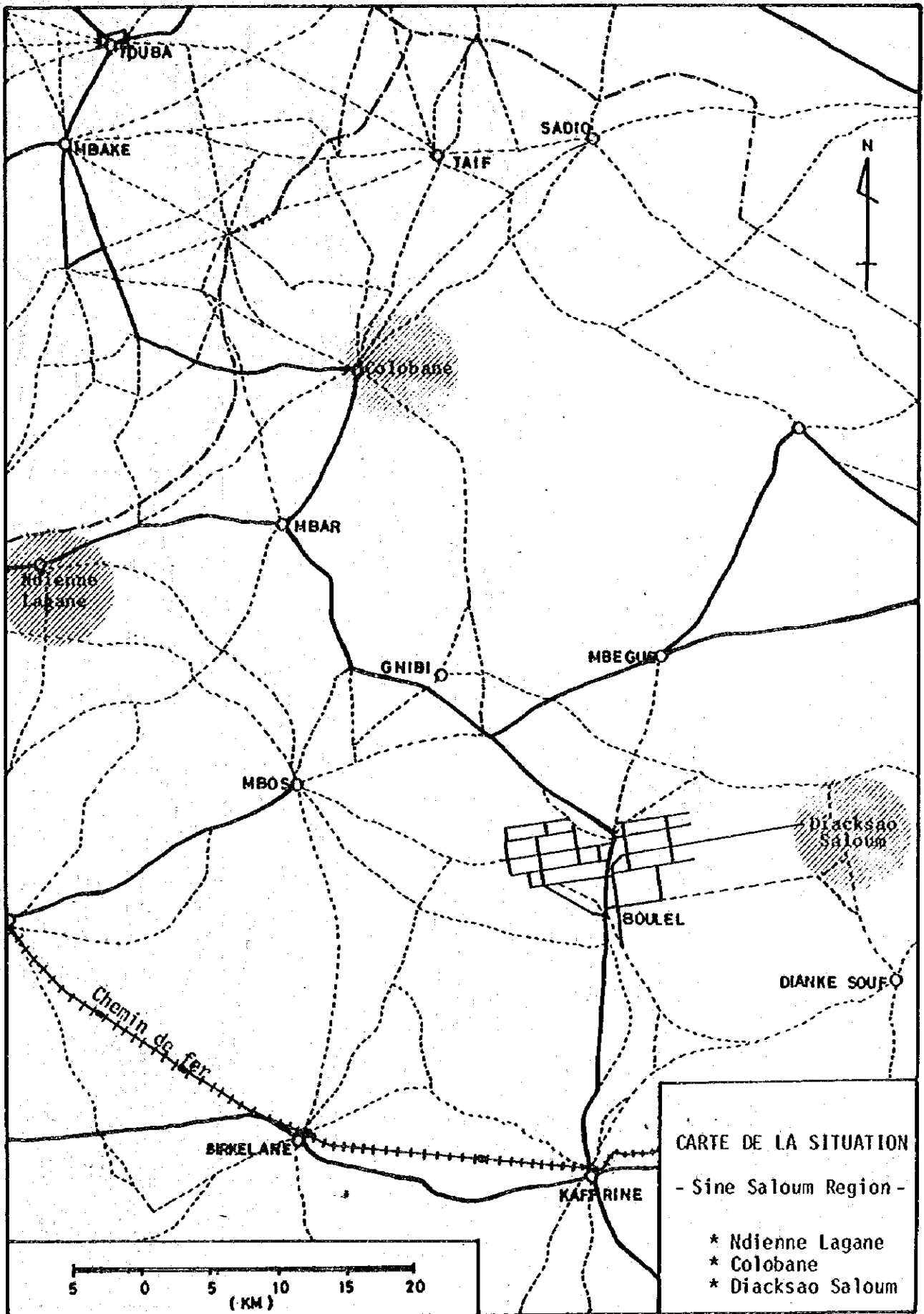
**83 - 24**

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 3. 14	526
登録No. 11186	61.8
	GRB





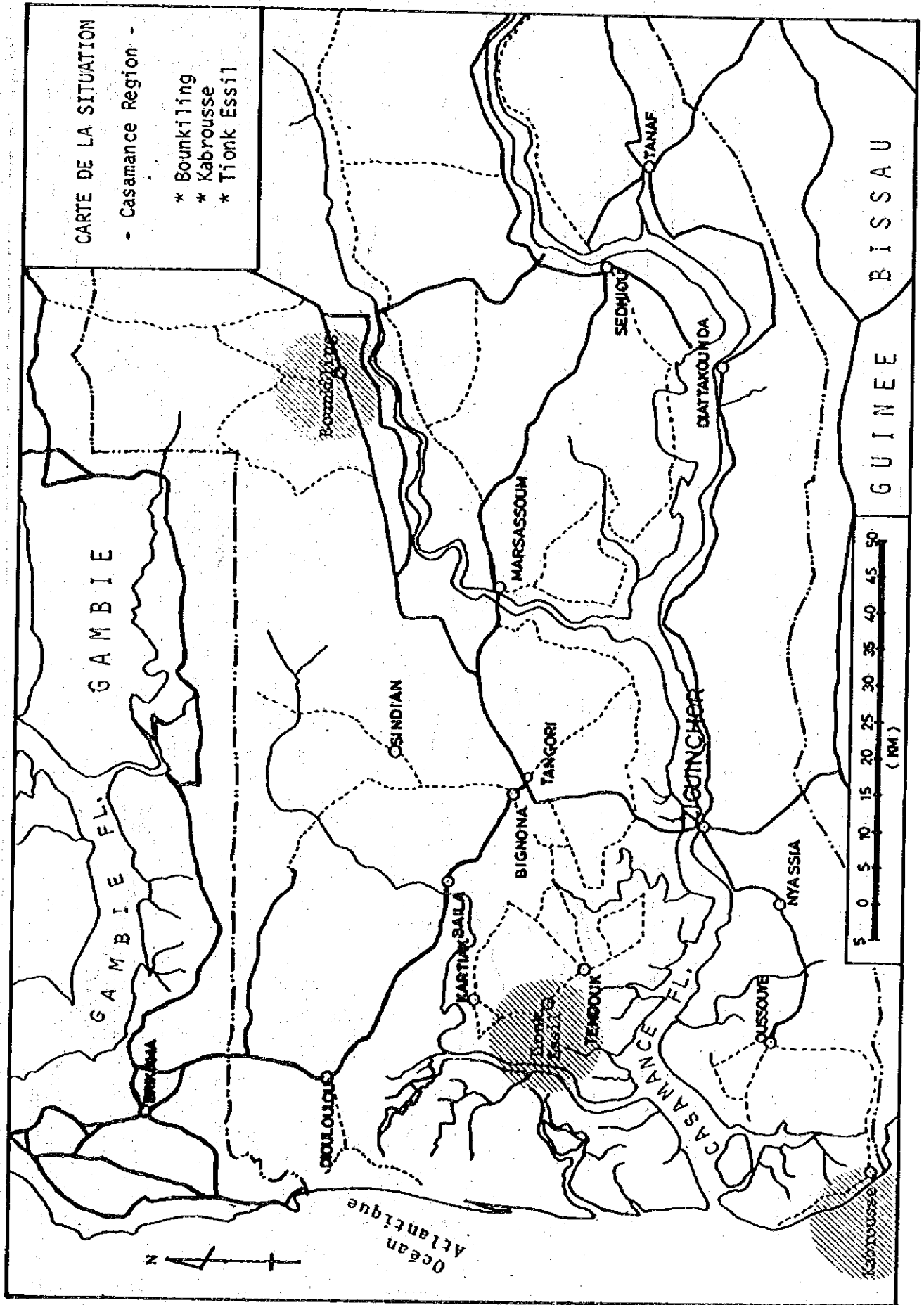




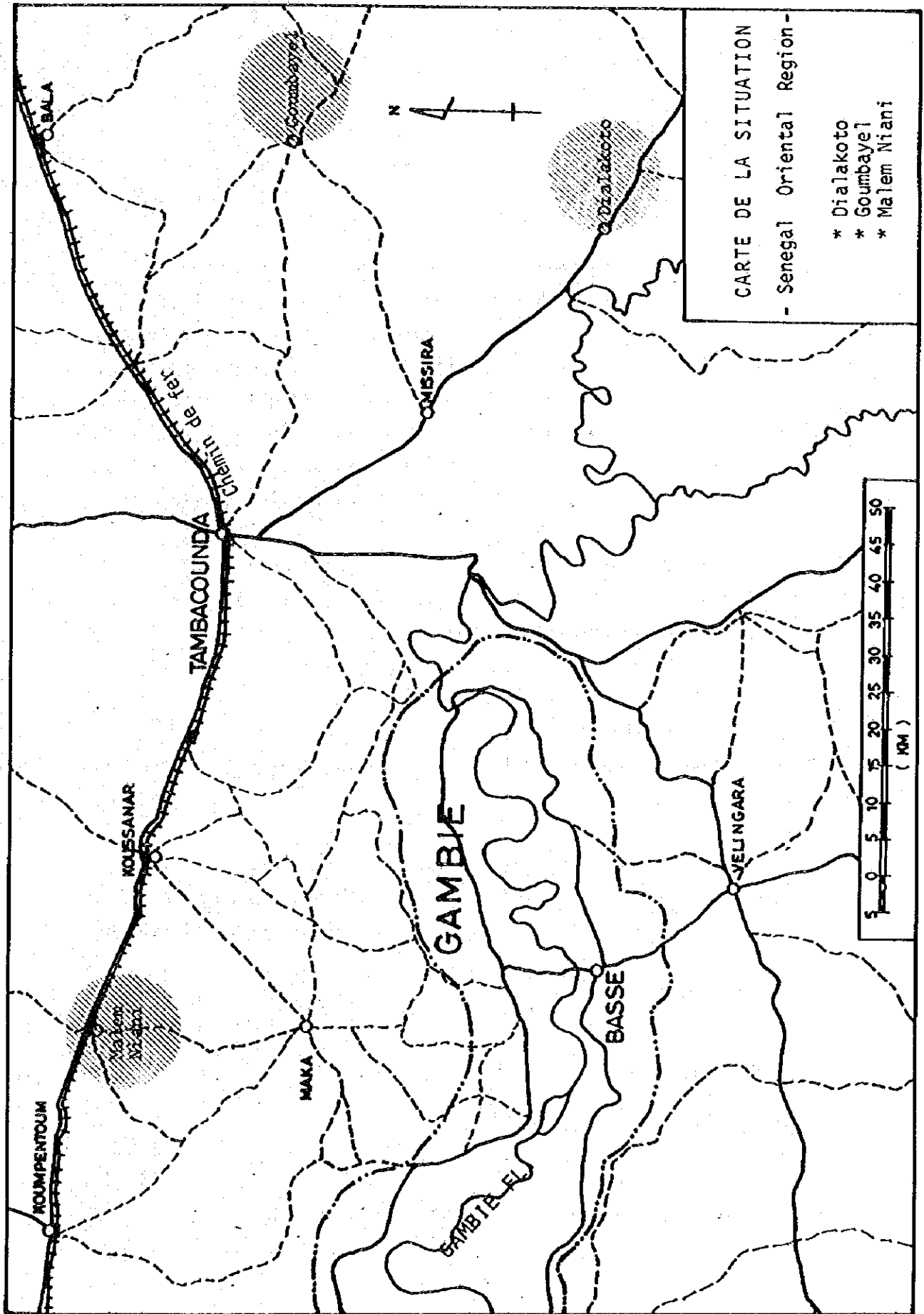
CARTE DE LA SITUATION  
- Sine Saloum Region -

- \* Ndienne Lagane
- \* Colobane
- \* Diacksao Saloum









CARTE DE LA SITUATION  
 - Senegal Oriental Region -

- \* Dialakoto
- \* Goumbaye'l
- \* Malém Niani



## AVANT-PROPOS

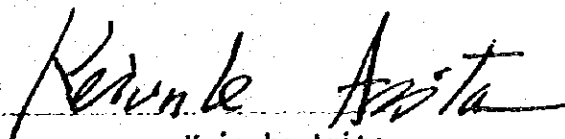
En réponse à la demande du Gouvernement de la République du Sénégal, le Gouvernement du Japon a décidé d'exécuter une étude sur le projet rural d'approvisionnement en eau au Sénégal, et l'a confié à L'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA). La JICA a envoyé à la République du Sénégal du 14 novembre au 13 décembre, 1982, une mission chargée d'effectuer des études nécessaires pour l'établissement des plans des bases relatifs au projet, qui a été dirigée par M. Tokukiyo Hirai, JICA.

La mission a échangé ses vues avec les autorités concernées du Gouvernement de la République du Sénégal et exécuté des études sur place au Sénégal. Dès le retour de la mission au Japon, l'étude a été approfondie et le présent rapport a été préparé.

Je souhaite que ce rapport serve au développement du projet et contribue au renforcement des relations amicales entre les deux pays.

Je voudrais exprimer mes remerciements sincères aux autorités concernées du Gouvernement de la République du Sénégal pour leur coopération à la mission.

mars, 1983



Keisuke Arita  
Président

L'Agence Japonaise de Coopération Internationale





## L I S T E   D E S   M A T I E R E S

	Page
SITES DU PROJET . . . . .	i
CARTE DE LA SITUATION . . . . .	ii
AVANT-PROPOS . . . . .	v
TABLE DES MATIERES . . . . .	vi
LISTE DES FIGURES . . . . .	x
LISTE DES TABLEAUX . . . . .	xii
LISTE DES ABREVIATIONS . . . . .	xiv
RESUME . . . . .	1
CHAPITRE 1    INTRODUCTION . . . . .	6
CHAPITRE 2    ANTECEDENTS DU PROJET . . . . .	10
CHAPITRE 3    CONDITIONS DU SITE DU PROJET . . . . .	14
3 . 1    Etude des sites . . . . .	15
3.1.1 Sites du projet . . . . .	15
3.1.2 Population . . . . .	15
3.1.3 Conditions de l'utilisation de l'eau . . . . .	20
3.1.4 Ressources d'eau . . . . .	20
3.1.5 Qualité de l'eau . . . . .	27
3 . 2    Ndienne Lagane . . . . .	31
3.2.1 Généralitiés . . . . .	31
3.2.2 Eau souterraine . . . . .	34
3.2.3 Structure du forage . . . . .	34
3.2.4 Qualité de l'eau . . . . .	34
3 . 3    Colobane . . . . .	37
3.3.1 Généralités . . . . .	37
3.3.2 Eau souterraine . . . . .	40

3.3.3	Structure du forage . . . . .	40
3.3.4	Qualité de l'eau . . . . .	40
3.4	Diacksao Saloum . . . . .	42
3.4.1	Généralitiés . . . . .	42
3.4.2	Eau souterraine . . . . .	44
3.4.3	Structure du forage . . . . .	44
3.4.4	Qualité de l'eau . . . . .	44
3.5	Boukiling . . . . .	47
3.5.1	Généralités . . . . .	47
3.5.2	Eau souterraine . . . . .	47
3.5.3	Structure du forage . . . . .	50
3.5.4	Qualité de l'eau . . . . .	50
3.6	Kabrousse . . . . .	52
3.6.1	Généralités . . . . .	52
3.6.2	Eau souterraine . . . . .	55
3.6.3	Structure du forage . . . . .	55
3.6.4	Qualité de l'eau . . . . .	55
3.7	Tionk Essil . . . . .	57
3.7.1	Généralités . . . . .	57
3.7.2	Eau souterraine . . . . .	60
3.7.3	Structure du forage . . . . .	60
3.7.4	Qualité de l'eau . . . . .	60
3.8	Dialakoto . . . . .	62
3.8.1	Généralités . . . . .	62
3.8.2	Eau souterraine . . . . .	64
3.8.3	Structure du forage . . . . .	64
3.8.4	Qualité de l'eau . . . . .	64
3.9	Goumbayel . . . . .	66
3.9.1	Généralités . . . . .	66
3.9.2	Eau souterraine . . . . .	68
3.9.3	Structure du forage . . . . .	68
3.9.4	Qualité de l'eau . . . . .	68

3.10	Malem Niani . . . . .	71
	3.10.1 Généralités . . . . .	71
	3.10.2 Eau souterraine . . . . .	71
	3.10.3 Structure du forage . . . . .	74
	3.10.4 Qualité de l'eau . . . . .	74
3.11	Evaluation des sites . . . . .	76
CHAPITRE 4	DESCRIPTION DU PROJET . . . . .	78
4.1	Objectif . . . . .	79
4.2	Composants du projet . . . . .	79
4.3	Conception de base . . . . .	81
	4.3.1 Généralités . . . . .	81
	4.3.2 Conception des installations . . . . .	85
	4.3.3 Equipement pour l'exploitation et l'entretien . . . . .	87
	4.3.4 Dessins pour conception de base . . . . .	89
CHAPITRE 5	SYSTEME DE MISE EN OEUVRE . . . . .	109
5.1	Organisation de mise en oeuvre . . . . .	110
5.2	Programme de mise en oeuvre . . . . .	114
	5.2.1 Composants du projet . . . . .	114
	5.2.2 Lois et normes techniques . . . . .	114
	5.2.3 Construction d'installations et matériel fournis . . . . .	114
	5.2.4 Ingénieur-Conseils . . . . .	115
	5.2.5 Fourniture . . . . .	115
	5.2.6 Travaux assurés par la partie Sénégalaise . . . . .	116
5.3	Programme de gestion et de maintenance . . . . .	117
5.4	Réalisation de travaux . . . . .	119
CHAPITRE 6	EVALUATION DU PROJET . . . . .	121
CHAPITRE 7	CONCLUSION ET PROPOSITIONS . . . . .	123

ANNEXES	.....	A-0
ANNEXE 1	HISTOIRE .....	A-1
ANNEXE 2	SITUATION GENERALE DE LA SOCIETE .....	A-3
ANNEXE 3	PRESENTATION GENERALE DE L'ECONOMIE ET DE L'INDUSTRIE .....	A-5
ANNEXE 4	ASPECT GENERAL DE LA NATURE .....	A-7
ANNEXE 5	MINUTES OF DISCUSSION .....	A-23

## LISTE DES FIGURES

- Fig. 3- 1 Plan du site, Ndienne Lagane
- Fig. 3- 2 Coupe lithologique, Ndienne Lagane
- Fig. 3- 3 Coupe technique, Ndienne Lagane
- Fig. 3- 4 Plan du site, Colobane
- Fig. 3- 5 Coupe lithologique, Colobane
- Fig. 3- 6 Coupe technique, Colobane
- Fig. 3- 7 Plan du site, Diacksao Saloum
- Fig. 3- 8 Coupe lithologique, Diacksao Saloum
- Fig. 3- 9 Coupe technique, Diacksao Saloum
- Fig. 3-10 Plan du site, Bounkiling
- Fig. 3-11 Coupe lithologique, Bounkiling
- Fig. 3-12 Coupe technique, Bounkiling
- Fig. 3-13 Plan du site, Kabrousse
- Fig. 3-14 Coupe lithologique, Kabrousse
- Fig. 3-15 Coupe technique, Kabrousse
- Fig. 3-16 Plan du site, Tionk Essil
- Fig. 3-17 Coupe lithologique, Tionk Essil
- Fig. 3-18 Coupe technique, Tionk Essil
- Fig. 3-19 Plan du site, Dialakoto
- Fig. 3-20 Plan du site, Goumbayel
- Fig. 3-21 Coupe lithologique, Goumbayel
- Fig. 3-22 Coupe technique, Goumbayel
- Fig. 3-23 Plan du site, Malem Niani
- Fig. 3-24 Coupe lithologique, Malem Niani
- Fig. 3-25 Coupe technique, Malem Niani

- Fig. 4- 1 Schéma de la disposition des installation d'alimentation en eau
- Fig. 5- 1 Organigramme du Ministère de l'Hydraulique
- Fig. 5- 2 Organigramme de la DHUR
- Fig. 5- 3 Organigramme de la SOMH
- Fig. A4- 1 Pluviométrie
- Fig. A4- 2 Précipitation Moyennes Annuelles
- Fig. A4- 3 Températures Moyennes Annuelles
- Fig. A4- 4 Evaporation Moyennes Annuelles

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3- 1	Site d'étude et leurs niveaux administratifs
Tableau 3- 2	Sites du projet
Tableau 3- 3	Population prévue (habitats et cheptal)
Tableau 3- 4	Rapport masculin - féminin sur chaque site
Tableau 3- 5	Classe sociale
Tableau 3- 6	Installations d'alimentation existants
Tableau 3- 7	Installations déjà existants
Tableau 3- 8	Débit de consommation en eau
Tableau 3- 9	Conditions des sources d'eau dans les sites du projet
Tableau 3-10	Critères de l'eau potable
Tableau 3-11	Qualité de l'eau
Tableau 3-12	Evaluation de la qualité de l'eau
Tableau 3-13	Qualité de l'eau de Ndienna Lagane
Tableau 3-14	Qualité de l'eau de Colobane
Tableau 3-15	Qualité de l'eau de Diacksao Saloum
Tableau 3-16	Qualité de l'eau de Bounkiling
Tableau 3-17	Qualité de l'eau de Kabrousse
Tableau 3-18	Qualité de l'eau de Tionk Essil
Tableau 3-19	Qualité de l'eau de Dialakoto
Tableau 3-20	Qualité de l'eau de Goumbayel
Tableau 3-21	Qualité de l'eau de Malem Niani
Tableau 3-22	Evaluation des site étudiés

Tableau 4- 1	Designation de l'échelle du site
Tableau 4- 2	Débit et niveau de pompage de l'eau des forages du projet
Tableau 4- 3	Débit d'alimentation en eau projeté
Tableau 4- 4	Liste de équipement pour les sites
Tableau 5- 1	Programme
Tableau A4- 1	Stratigraphie de la République du Sénégal
Tableau A4- 2	Zone climatique



## LISTE DES ABREVIATIONS

### Organisations

CER	Centre d'Expansion Rurale
DHUR	Direction de l'Hydraulique Urbaine et Rurale
JICA	Japan International Cooperation Agency (Agence Japonaise de Coopération Internationale)
ME	Ministère de l'Equipement
MH	Ministère de l'Hydraulique
OMS	Organisation Mondiale de la Sante
PNUD	Programme des Nations Unis pour le Développement
SODEFITEX	Société de Développement des Fibres Textiles
SOMH	Subdivision d'Outillage Mécaniques Hydraulique
SONEES	Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal

### Sigles

E	est
N	nord ou nombre
N.D.	niveau dynamique
N.S.	niveau statique
O	ouest
PIB	produit intérieur brut
PS	point à source
Q	débit
S	sud
SU	semi-urbain
TQ	type à quartiers

## Unités

cm	centimètre
FCFA	francs de la Communauté Financière Africaine
km	kilomètre
l	litre
m	mètre
mg	milligramme
ml	millilitre
mm	millimètre
per	personne
$\phi$	diamètre
'	minutes
°	degrés
°C	degrés centigrade
$\mu\Omega$	micromho

**RESUME**



## RESUME

Le Gouvernement de la République du Sénégal s'est axé sur le projet de l'alimentation en eau rurale depuis déjà longtemps et dans ce cadre, en 1979, il a demandé au Gouvernement Japonais de lui accorder une aide et de la coopération en vue de construire des installations d'alimentation en eau. En réponse à cette demande, le Gouvernement Japonais a subventionné pour la construction d'installations sur 10 sites dans 4 régions. La construction des installations a été accomplie et l'exploitation des installations a commencé depuis le printemps 1981. Grâce à ces installations, la population rurale a bénéficié d'avantages considérables, et par conséquent, ces installations reçoivent une haute appréciation au niveau national.

Suivant le projet Japonais de la première phase pour l'alimentation en eau rurale, le Gouvernement Sénégalais a demandé le projet de la deuxième phase, portant sur la construction d'installations sur 10 sites dans 4 régions. En réponse à cette demande, le Gouvernement Japonais a formé, en novembre 1982, une équipe d'enquête pour l'étude de plans des bases, dirigée par M. Tokukiyo Hirai, division de la coopération financière non-remboursable, l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA). Pour déterminer une option optimale pour l'aide et la coopération, une enquête sur place a été effectuée pendant 1 mois. Le présent rapport a été préparé sur la base de l'enquête et de plusieurs entretiens avec l'autorité chargée de l'exécution de ce projet, du Ministère de l'Hydraulique et la Direction de l'Hydraulique Urbaine et Rurale.

Au cours de l'enquête sur chaque site, l'équipe a étudié un grand nombre de facteurs pour la sélection des sites finaux. Ces facteurs comprennent les problèmes de la qualité d'eau, le débit disponible des forages à utiliser comme sources d'eau, l'évolution de la situation depuis la demande, l'exploitation des sites déjà pourvus d'installations, les sites à plus grande échelle et l'ensemble des effets sur le projet. Suite à l'évaluation de ces facteurs et aux entretiens avec les autorités compétentes du Gouvernement Sénégalais,

7 sites dans 3 régions ont été déterminés comme réalisables, à savoir: dans la région de Sine-Saloum, Colobane et Diacksao Saloum; dans la région de Casamance, Bounkiling et Tionk Essil; dans la région Sénégal Oriental, Dialakoto, Goumbayel et Malem Niani.

En comparaison avec les sites réalisés précédemment, ceux choisis pour ce projet ont des populations plus denses d'habitants et de cheptal. Certains sites fonctionnent en tant que centres d'exploitation agricole et comme zones d'élevage et, bien qu'ils soient encore petits, il y a une tendance vers l'urbanisation. En conséquence, l'approvisionnement en eau sur ces sites est prévue de façon à satisfaire à ces exigences particulières en plus des besoins fondamentaux.

Les sites peuvent être classés en 3 types: le système du type "source à point" où les villages se trouvent près de la source d'eau, le système du "type à quartiers" où les villages sont dispersés et l'eau doit être fournie aux différents groupes séparément et le système du type "semi-urbain" où l'eau doit être fournie à travers une zone étendue de concentration de population plus importante et plus dense. La population bénéficiant des avantages des sites de ce projet, correspond à environ 25% de la population projetée annuellement pour le Cinquième Plan Quadriennal de Développement Economique et Social. Ce projet comprend la construction d'installations d'approvisionnement en eau rurale et la fourniture de matériel pour l'exploitation et l'entretien, ainsi que les services de conseil relatifs à la mise en oeuvre tels que la conception des installations et la supervision des travaux de construction.

La construction des installations pour ce projet est similaire à celle du projet de la première phase. Les forages déjà réalisés par le Gouvernement Sénégalais constitueront les sources d'eau, avec les unités de pompage, les bâtiments des machines, les réservoirs d'eau, les ouvrages de distribution d'eau, et les tuyauteries relatives étant installés par la suite.

La fourniture des machines et du matériel d'exploitation et d'entretien comprendra la fourniture des sous-unités de remplacement.

et les pièces de rechange, des véhicules de travail pour l'entretien des forages et des installations et de l'outillage et du matériel de tuyauterie requis pour les réparations et les extensions.

La conception de la mise en œuvre du projet prend les conditions suivantes en considération. Pour la construction des installations, des entrepreneurs locaux d'une capacité relativement haute sont disponibles et des matériaux normalisés sont disponibles localement, ainsi que les pièces de rechange et de maintenance. En ce qui concerne les machines et le matériel, les techniciens et opérateurs Sénégalais possèdent une expérience suffisante due à la manipulation journalière des équipements, et le remplacement des pièces et l'entretien peuvent se faire sans difficulté.

La période totale de la mise en œuvre du projet sera de 12.5 mois y compris l'étude de réalisation détaillée. A l'exception de quelques problèmes mineurs, l'accessibilité pendant la phase de construction est relativement bonne.

L'autorité chargée de l'exécution du projet sera la DHUR. Celle-ci a de nombreuses expériences dans l'administration de l'approvisionnement en eau rurale, et spécialement pour les projets de ce type. La réalisation générale du projet ne pose donc aucun problème. La DHUR possède également une sous-division chargée de l'exploitation et de l'entretien des installations. En plus, la DHUR est en train d'élaborer un budget en fonction du projet, y compris les frais d'exploitation. La valeur du budget pourrait être insuffisante, mais en répondant à un appel pour une participation locale et grâce aux contributions des utilisateurs, réclamés par le Gouvernement Sénégalais, l'administration locale prend partiellement en charge les frais de l'exploitation des systèmes. Par conséquent, la gestion s'effectue d'une façon efficace.

Le budget pour l'exploitation et l'entretien de ce projet sera inscrit dans le budget de l'année fiscale à venir, après l'accomplissement de la construction des installations. Le Gouvernement du Sénégal a déjà choisi des candidats pour le personnel d'exploitation et d'entretien qui sont prêts à répondre aux besoins. Un programme spécial

de coopération technique à long terme n'est donc pas requis.

Les effets de ce projet comprennent l'amélioration des conditions sanitaires dans le milieu de la population rurale, l'augmentation du niveau de vie, le comblement du manque d'eau désastreux lors de la saison sèche et la favorisation d'une augmentation de la productivité dans les zones rurales. Ainsi, il est prévu de réaliser ce projet le plus rapidement possible.



**CHAPITRE 1**  
**INTRODUCTION**



# CHAPITRE 1

## INTRODUCTION

Depuis 1977, le Gouvernement Japonais s'est engagé dans des activités d'assistance dans les divers domaines de l'économie et de la technologie en la République du Sénégal avec des résultats positifs. La première phase du Projet Rural d'Approvisionnement en eau, entrepris depuis 1979 et achevé dans le cadre de la coopération gratuite, a été notamment apprécié par des populations du Sénégal. Ce plan consistait à obtenir une quantité suffisante d'eau potable pour alimenter les habitants ruraux dépourvus.

L'environnement des habitants ruraux du pays pose un problème vraiment sérieux quant à l'alimentation en eau. De même que l'agriculture monoculturelle dont dépend une portion importante de l'économie Sénégalaise est fortement influencée par les conditions climatiques, particulièrement par la pluie, les puits peu profonds dont dépendent beaucoup d'habitants en tant que source d'eau, tendent à s'épuiser en saison sèche.

Notamment, les sinistres furent très importants pour les habitants et le bétail lorsque, dans les années 70, une sécheresse anormale avait duré d'une façon continue pendant une décennie. Il est à rappeler cependant que les installations d'alimentation en eau munies de motopompes, exploités par le Ministère de l'Hydraulique, ont pu témoigner de leur efficacité, en fournissant une quantité d'eau suffisante sous de pareilles conditions. C'est ainsi que le Gouvernement Sénégalais a entrepris énergiquement la réalisation d'installations d'alimentation en eau rurale, qui sont en exploitation permanente.

Dans le cadre des 5ème et 6ème Plans Quadriennal de Développement Economique et Social, l'approvisionnement en eau occupe une position importante pour compléter les autres projets. Elle est aussi accordée la plus haute priorité dans les demandes d'aide étrangère. C'est ainsi que le Gouvernement de la République de Sénégal a été mené à

solliciter au Gouvernement Japonais la réalisation du projet rural d'approvisionnement en eau en tant qu'oeuvre subventionnée.

Ce projet, qui est le deuxième projet d'aménagement des installations d'approvisionnement en eau rurales et consiste à construire des installations d'alimentation sur les 10 sites localisés dans les 4 régions de la République (Fléuve, Sine Saloum, Casamance et Sénégal Oriental), tout en revalorisant les forages existants ainsi qu'à assurer la fourniture de matériel de maintenance.

A son tour, le Gouvernement Japonais a organisé, par l'intermédiaire de la JICA, une équipe d'étude de base et d'enquête afin d'examiner la factibilité de cette oeuvre subventionnée et d'en élaborer le plan optimal. Il entame ainsi les études, y compris l'envoi d'une délégation sur place pendant un mois, à partir de novembre 1982. Ces études comprennent un relevé hydro-géologique et technologique des caractéristiques et conditions des forages existants destinés comme source d'eau pour les sites projetés, l'appréciation de la fiabilité qualitative et quantitative des sites sources, et finalement la sélection de 7 sites de 3 régions (Sine Saloum, Casamance et Sénégal Oriental) avec la participation de l'administration Sénégalaise.

A la différence des sites du projet de la 1ère phase et de ceux des projets du DHUR, qui ne comprenaient que des agglomérations ne possédant qu'une source à point, les sites de ce projet-ci sont plus étendus et comprennent des centres d'exploitation agricole et des centres d'élevage. Nous avons donc largement considérés de tels facteurs lors de l'exécution de l'étude. Par la suite, le concept de base fut élaboré pour les installations d'approvisionnement en eau local, comprenant l'unité de pompage, la cabine de machinerie, le réservoir, les bornes fontaines, les abreuvoirs et les canalisations. Il a également été étudié la maintenance et l'exploitation pour examiner et programmer le matériel nécessaire. Quant à l'exécution de l'ouvrage, il a été particulièrement déterminé le délai de travaux, et la répartition des tâches entre les deux parties.

L'étude a permis par ailleurs d'analyser et d'estimer la totalité des projets d'aménagement des installations d'approvisionnement en eau rural engagés actuellement par le Gouvernement Sénégalais. Un compte-rendu comprenant les propositions pour le projet a été établi, portant sur la conception fondamentale du présent projet.



**CHAPITRE 2**  
**ANTECEDENTS DU PROJET**





## CHAPITRE 2

### ANTECEDENTS DU PROJET

L'historique des activités relatives à l'approvisionnement en eau rural au Sénégal remonte au milieu des années '50, par la réalisation des grands forages pastoraux du Ferlo, et la création de la Subdivision d'Outillage Mécaniques Hydraulique (SOMH). Toutefois, au cours du printemps 1981, le Ministère de l'Équipement (ME) qui avait été responsable pour ces activités a été réorganisé et un nouveau ministère, intitulé le Ministère de l'Hydraulique (MH) a été créé. Sous la nouvelle tutelle du MH, la Direction de l'Hydraulique Urbaine et Rurale prenait dès lors, l'approvisionnement en eau urbaine et rurale en charge. A l'heure actuelle, les ouvrages d'alimentation en eau urbaine dans 36 villes sont administrés par une entreprise publique, la Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES). L'approvisionnement en eau rurale est actuellement contrôlée et exploitée directement par la DHUR comme auparavant. Des efforts tels la création du nouveau Ministère de l'Hydraulique démontrent la forte motivation du Gouvernement Sénégalais envers les politiques d'approvisionnement en eau.

En ce qui concerne les activités relatives à l'alimentation en eau, le Cinquième Plan Quadriennal (1977-1981) et le Sixième Plan Quadriennal (1981-1985) leur attribuent une haute priorité, et leur développement progresse rapidement. La plus haute priorité est attribuée aux projets d'approvisionnement en eau de toute nature, et la formulation de demandes d'aide étrangère.

Le Président Abdou Diouf a déclaré l'année dernière dans son "Grand Plan pour le Développement Rural", que le planning de l'approvisionnement en eau rural est une des trois politiques prioritaires. Le Plan appelle la construction d'installations permanentes d'approvisionnement en eau pour une population rurale de 3,2 millions d'habitants dans 12.000 villages au Sénégal. Ce Plan de grand envergure met un accent non

seulement sur la construction nouvelle, mais aussi sur l'entretien et l'exploitation des installations existantes. D'une politique se limitant à la simple réalisation de puits, le pays a progressé vers des politiques pour une utilisation globale des eaux, comprenant l'amélioration des installations d'eau rurales et l'établissement d'un système d'exploitation et d'entretien. Ces politiques répondent également à l'idéologie du projet des Nations Unies pour la "Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement", qui a commencé en 1981.

L'objectif de la politique Sénégalaise est celui de fournir de l'eau qualitativement et quantitativement supérieure à la population rurale, afin de diminuer l'écart entre celle-ci et la population urbaine, en vue de favoriser le développement rural.

Dans cet optique, le Gouvernement Sénégalais a établi le "Plan Hydraulique d'Urgence" afin de l'ajouter aux autres projets publics énumérés dans le Sixième Plan Quadriennal. Ce Plan d'Urgence s'applique à 325.000 habitants et leur bétail dans le pays. Pour avancer ces activités, le Ministère de l'Hydraulique prépare l'élaboration d'un budget adéquat et le renforcement de l'organisation. Outre l'initiative prise par le gouvernement pour mener à bien la politique de l'approvisionnement en eau, des efforts individuels ont été demandés des habitants ruraux. En réponse à cette demande, bien qu'il n'y ait pas encore de réglementation générale, quelques villages ont commencé à fixer des tarifs d'utilisation d'eau, leur permettant d'utiliser ces revenus, entre autres, pour l'autogestion de l'alimentation en eau au niveau du village. En plus, le temps est venu pour promouvoir de la part des habitants leur intérêt pour l'alimentation en eau, tel le plan du Ministère de l'Hydraulique pour assurer la participation des populations aux activités relatives à l'alimentation en eau, sous forme d'investissement humain.

En ce qui concerne la coopération étrangère, des coopérations économiques et techniques sont actuellement offertes par les gouvernements d'un grand nombre de pays et par des organisations internationales, y compris

le Gouvernement Japonais. Dans le cadre du programme de l'aide au Sénégal, le Gouvernement Japonais a réalisé l'approvisionnement en eau sur 10 sites dans 4 régions, en 1979. Ceci fut terminé au printemps de 1981 et se trouve actuellement en exploitation. Le nombre des bénéficiaires et la limite des bénéficiaires ayant dépassé les prévisions à l'étape du planning, le projet est fort apprécié.

Au cours de la réalisation de ce projet, le Gouvernement Sénégalais a proposé la construction des installations d'approvisionnement en eau rural de la 2ème phase, dans le cadre du programme de l'aide accordé par le Gouvernement Japonais. Le Sénégal a envoyé une demande à cet effet au Japon, et une réalisation prompte est prévue. A cet égard, le Sénégal fait lui-même des efforts pour améliorer les systèmes d'exploitation et d'entretien du pays.



**CHAPITRE 3**  
**CONDITIONS DU SITE DU PROJET**

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100



## CHAPITRE 3

### CONDITIONS DU SITE DU PROJET

#### 3.1 Etude des sites

##### 3.1.1 Sites du projet

Le Gouvernement du Sénégal avait présenté une demande pour la mise en oeuvre d'une dizaine de sites en 4 régions. Or, suite à un certain nombre d'entretiens et de réunions de travail avec les représentants du Gouvernement Sénégalais intéressés, il s'est avéré que Pete dans la Région du Fleuve est déjà pourvu d'un système d'approvisionnement en eau complet. Ainsi, ce dernier site fut annulé, laissant 9 sites qui ont été étudiés par rapport aux conditions actuelles des sources et de l'approvisionnement en eau, ainsi que les conditions sociales actuelles. Le niveau administratif des 9 sites est indiqué au Tableau 3-1.

Les possibilités que présente chaque site ont été examinées minutieusement sur la base des résultats de l'étude des sites, tout en tenant compte des priorités du Gouvernement du Sénégal. C'est à la suite de ceci qu'il fut déterminé que 7 sites en 3 régions (voir au Tableau 3-2) étaient adaptés à la mise en oeuvre du projet.

##### 3.1.2 Population

Les populations et le cheptel, ainsi que d'autres conditions sociales furent étudiés sur chaque site, moyennant des enquêtes auprès du personnel administratif ou les chefs de villages et en observant les sites. Les populations actuelles et les prévisions pour l'avenir figurent au Tableau 3-3.

La distribution masculine et féminine de la population est indiquée pour chaque site au Tableau 3-4. La moyenne globale des 9 sites, ainsi que celle des 7 sites prévus pour l'exécution du projet démontre un pourcentage masculin plus élevé comparé au 50% masculin pour l'ensemble du pays.

Tableau 3-1

Site d'étude et leurs niveaux administratifs

Région	Departement	Arrondissement	Communauté Rurale	Village
Sine Saloum	Gossas Gossas Kaffrine	Ouadiour Colobane Maleme Hodar	Ndienne Lagane * Colobane * Dianke Souf	Diacksao Saloum*
Casamance	Sedhiou Oussouye Bignona	Boukiling Kabrousse Tendouk	Boukiling * Kabrousse * Tionk Essil *	
Sénégal Oriental	Tambacounda Bakel Tambacounda	Missira Bala Koumpentoum	Dialakoto * Kothiari Malem Niani *	Goumbaye *

\* Sites du projet



**Tableau 3-2**  
**Sites du projet**

**Les 10 site projetés**

<b>Région</b>	<b>Site</b>
<b>Fleuve</b>	<b>Pété</b>
<b>Sine Saloum</b>	<b>Ndienne Lagane</b> <b>Colobane</b> <b>Diacksao Saloum</b>
<b>Casamance</b>	<b>Boukiling</b> <b>Kabrousse</b> <b>Tionk Essil</b>
<b>Sénégal Oriental</b>	<b>Dialakoto</b> <b>Goumbayel</b> <b>Malem Niani</b>

**Les 7 sites confirmés**

<b>Région</b>	<b>Site</b>
<b>Sine Saloum</b>	<b>Colobane</b> <b>Diacksao Saloum</b>
<b>Casamance</b>	<b>Boukiling</b> <b>Tionk Essil</b>
<b>Sénégal Oriental</b>	<b>Dialakoto</b> <b>Goumbayel</b> <b>Malem Niani</b>

Tableau 3-3

Population prévue (habitats et cheptel)

Site	1982		1987		1992		Taux d'augmentation (%)
	Habitants	Cheptel	Habitants	Cheptel	Habitants	Cheptel	
Ndienné Lagane	2.300	2.000	2.700	2.300	3.100	2.700	3,0
Colobane *	3.000	2.800	3.500	3.200	4.000	3.700	3,0
Diacksao Saloum *	600	3.500	700	4.000	800	4.500	2,5
Boukiling *	1.100	1.000	1.200	1.100	1.400	1.300	2,5
Kabrousse	1.900	1.800	2.100	2.000	2.400	2.300	2,5
Tionk Essil *	7.700	1.800	8.900	2.000	10.000	2.300	3,0
Dialakoto *	1.200	4.000	1.400	4.500	1.500	5.100	2,5
Goumbayel *	600	5.000	700	5.700	800	6.400	2,5
Malem Niani *	800	7.000	900	7.900	1.000	9.000	2,5
Total	19.200	28.900	22.100	32.700	25.000	37.300	
Total pour * 7 Sites à mettre en oeuvre	15.000	25.100	17.300	28.400	19.500	32.300	

**Tableau 3-4****Rapport masculin - féminin sur chaque site (%)**

<b>Site</b>	<b>Masculin</b>	<b>Féminin</b>
Ndiene Lagane	69	31
Colobane *	65	35
Diacksao Saloum *	55	45
Boukiling *	48	52
Kabrousse	52	48
Tionk Essil *	45	55
Dialakoto *	49	51
Goumbayel *	60	40
Malem Niani *	51	49
<b>Moyenne de Tous les Sites</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
<b>Moyenne des 7 sites *</b>	<b>53</b>	<b>47</b>

Dans certains sites, le nombre d'habitants est plus bas que celui du cheptel. Nous appellerons ces derniers des sites "à majorité bétail", tandis que ceux qui ne dépendent pas du bétail en tant que moyen d'existence seront des sites dits "à majorité habitants". La classification de ces deux types est indiquée pour chaque site au Tableau 3-5.

### 3.1.3 Conditions de l'utilisation de l'eau

#### 1) Installations existantes

Lors de l'étude des sites, chacun comptait avec un puits (voir au Tableau 3-6). La plupart des habitants utilisaient des puits et même dans le cas des sites pourvus de forages non encore motorisés, la population était néanmoins contrainte à l'utilisation de puits afin de subvenir à tous ses besoins. En outre, lors de la saison sèche, l'eau des puits dans quelques sites s'épuise, de telle sorte que la population doit se procurer de l'eau ailleurs, parfois dans des villages lointains. Les installations d'approvisionnement en eau actuelles sont indiquées au Tableau 3-7.

#### 2) Taux d'utilisation de l'eau

A partir des résultats de l'étude des sites, la gamme des taux d'utilisation d'eau a pu être établie à 13 à 20 l/per/jour pour les habitants et à 20 à 25 l/tête/jour pour le bétail. Ces taux figurent au Tableau 3-8.

### 3.1.4 Ressources d'eau

A la différence d'autres pays ouest-africains, la République du Sénégal a la chance de jouir de nombreuses sources d'eau comprenant quelques mares temporaires, des rivières et de l'eau souterraine formant une nappe continue sur une vaste proportion du territoire. Les rivières du Sénégal atteignent deux périodes de crue pendant la saison des pluies de juillet à octobre, mais le niveau reste bas

Tableau 3-5  
Classe sociale

Site	Type a majorité habitants	Type a majorité betail
Ndienne Lagane	0	
Colobane	0	
Diacksao Saloum		0
Boukiling	0	
Kabrousse	0	
Tionk Essil	0	
Dialakoto		0
Goumbayel		0
Malem Niani		0

**Tableau 3-6**  
**Installations d'alimentation existants**

Site	Installations d'alimentation existants
Ndiene Lagane	Puits (extraction de puits manuelle)
Colobane	Forage et puits (motopompe et extraction de puits manuelle)
Diacksao Saloum	Forage-puit*et puits (extraction de puits manuelle)
Boukiling	Puits (extraction de puits manuelle)
Kabrousse	Forage et puits (motopompe et extraction de puits manuelle)
Tionk Essil	Puits (extraction de puits manuelle)
Dialakoto	Puits (extraction de puits manuelle)
Goumbayel	Puits (extraction de puits manuelle)
Malem Niani	Puits (extraction de puits manuelle)

\*Le puit et le forage sont interconnectés, l'eau coulant du forage au puit étant puisé manuellement

Aucun site n'est pourvu de pompes manuelles.

Tableau 3-7

Installations déjà existants

Site	Installations déjà existants du forage	Installations de distribution d'eau
Ndiemne Lagane	Nul	Nul
Colobane	Une cabine de machinerie avec un forage à motopompe et un château d'eau sont installés à environ 50 m du forage du projet.	Bornes, fontaines, abreuvoirs 73 branchements domestiques
Diacksao Saloum	Forage-puit*	
Boumkiling	Nul	Abreuvoir Abreuvoir
Kabrousse	Une cabine de machinerie avec le forage du projet, pourvu de motopompe, ainsi qu'un réservoir à petite capacité sont installés sur le site.	Les côtes du réservoir sont pourvu de robinets.
Tionk Essil	Nul	Nul
Dialakoto	Nul	Nul
Coumbayel	Une pompe abandonnée dans le forage du projet.	Abreuvoir
Malem Niani	Nul	Nul

\*Le puit et le forage sont interconnectés, l'eau coulant du forage au puit étam puisé manuellement.

Tableau 3-8  
Débit de consommation en eau

Site	1982	
	Habitant ℓ/per/jour	Cheptel ℓ/tête/jour
Ndienne Lagane	14	25
Colobane	30	25
Diacksao Saloum	20	20
Boukiling	15	20
Kabrousse	20	20
Tionk Essil	30	20
Dialakoto	25	20
Goumbayel	18	20
Malem Niani	13	20



pendant le restant de l'année. Les rivières autres que les fleuves Sénégal et Gambie se dessèchent entièrement deux ou trois mois après la saison des pluies et demeurent ainsi jusqu'à la saison des pluies suivante. Les fleuves Sénégal et Gambie reçoivent les eaux de pluie tombant sur les montagnes Fouta-Djallon avec un taux de précipitation de 1.500 à 2.000 mm, mais les débits en varient de façon extrême au cours de l'année.

Le pays possède quelques formations d'eau de surface, très temporaires. L'important "Lac de Guiers", situé au nord-ouest du pays et résultant des crues du Fleuve Sénégal est exploité pour approvisionner les villages au bord du lac, et le plus gros pourcentage est destiné à l'approvisionnement de Dakar et de la Région du Cap Vert.

L'eau souterraine dans les régions centrales du Sénégal est rencontrée dans les formations de grès et de calcaire, et des sables du Maestrichtien, où des eaux de bonne qualité se rencontrent plus ou moins abondamment. Les régions côtières, par contre, éprouvent une infiltration d'eau de mer qui fait que le pompage de volumes importants doit s'effectuer avec précaution.

Le projet en cours utilisera de l'eau souterraine à partir du pompage dans des forages existants, afin d'approvisionner des zones rurales présélectionnées. Le Tableau 3-9 indique les conditions hydrogéologiques des sites du projet. Les antécédents hydrogéologiques des 3 régions recouvrant les sites de l'étude sont décrites de façon sommaire dans les paragraphes suivants.

Les zones de la ligne médiane, en aval et de l'estuaire du fleuve Saloum dans la région de Sine-Saloum consistent en terres basses en gisements alluviaux. L'infiltration de l'eau saline présente quelques problèmes en fonction de la qualité de l'eau. Il y aurait également d'autres problèmes influant sur la qualité de l'eau par endroit dans ces régions. Les zones à l'intérieur du pays sont néanmoins caractérisés par le captage de l'aquifère Maestrichtien ou du Continental Terminal, ce qui peut fournir des eaux de bonne qualité en abondance.

Tableau 3-9

Conditions des sources d'eau dans les sites du projet

No.	Région	Site	Prof. (m)	φ (mm)	N.S. (m)	N.D. (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	Couche de pompage
1	Sine Saloum	Ndienne Lagane	325,0	215	32,765	45,065	1.000	Maestrichtien
2	"	Colobane	290,0	215	28,58	27,98	644	Maestrichtien
3*	"	Diacksao Saloum	294,7	320	38,00	47,60	688	Maestrichtien
4	Casamance	Boukiling	120,4	200	12,33	21,53	1.000	Myocène
5	"	Kabrousse	32,8	216	6,90	-	360	Myocène
6	"	Tionk Essil	173,0	250	10,22	48,22	576	Myocène
7	Sénégal Oriental	Dialakoto	163,0	250	20,28	67,15	633	Maestrichtien
8	"	Goumbaye	52,15	152	14,45	19,80	560	Continental terminal
9	"	Malem Niani	134,0	168	54,00	57,80	1.440	Continental terminal

\* Un forage-puit est installé uniquement sur ce site.

Dans la région de Casamance, aussi bien les estuaires que les bassins versants des fleuves Gambie et Casamance se caractérisent par des terres basses composées de couches alluviales. Le zone entre les deux fleuves est spécifique du "Continental Terminal".

La partie sud-est de la région du Sénégal Oriental possède des formations anciennes des époques Paléozoïque et Précambrienne. L'eau souterraine de cette région ne se rencontre que dans la roche fissurée et dans les roches altérées. On ne peut s'attendre ainsi qu'à de faibles quantités d'eau dans la région sud-est et, à la différence des zones sédimentaires, l'exploitation de l'eau est plutôt difficile. Heureusement, d'autres zones des parties nord-est et ouest de la région possèdent des formations plus productives.

#### 3.1.5. Qualité de l'eau

Afin de pouvoir subvenir aux besoins de leurs habitants vis-à-vis du niveau de vie et de la santé, un nombre important de pays ont élaboré des normes de qualité régissant l'eau. Cependant, puisque les limites acceptables pour l'ingestion de produits nocifs varient selon les pays, ou même selon l'âge des consommateurs, il est évident que les normes ne sont pas les mêmes pour tous pays. Le Sénégal ne possède pas de normes propres mais a cependant adopté les critères de l'OMS. Le Tableau 3-10 indique les normes établies par l'OMS, le Japon, la France et les Etats Unis.

Des échantillons d'eau furent prélevés à partir des forages des sites de l'étude et, à titre de référence, à partir de certains puits. Des analyses d'eau ont été effectuées selon les critères de l'OMS, moyennant 13 indicateurs par échantillon. Les résultats de ces analyses figurent au Tableau 3-11. Le Tableau 3-12 présente une évaluation de quelques détails qui pourraient présenter des problèmes dans le contexte du Sénégal.

Tableau 3-10  
Critères de l'eau potable

Indicateur	OMS	Japon	France	Etats Unis
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,5	} Pas détecter en ensemble	—	—
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	—		—	—
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	40	10	10	45
Chlorure (mg/l)	200	200	250	250
Oxygène Consumer par Permanganate (mg/l)	10	10	—	—
Commun Bactéries	—	100/ml	—	—
Colibacille	MPN <10	0/50ml	Négatif	Positif <10%
Cyanure (mg/l)	0,01	Pas détecter	0	0,01
Mercure, Hg (mg/l)	—	Pas détecter	—	0,05
Organique Phosphorus (mg/l)	—	Pas détecter	—	—
Cuivre, Cu (mg/l)	0,1	1,0	0,05	1,0
Fer, Fe (mg/l)	0,3	0,3	0,1	0,3
Fluorure, F (mg/l)	1,0	0,8	1,0	1,0
Plomb, Pb (mg/l)	0,1	0,1	0,05	0,05
Zinc, Zn (mg/l)	5,0	1,0	5,0	5,0
Chromé, Cr <sup>+6</sup> (mg/l)	0,05	0,05	—	0,05
Arsenic, As (mg/l)	0,2	0,05	0,05	0,01
Manganèse, Mn (mg/l)	0,1	0,3	0,05	0,05
Phénol (mg/l)	0,001	0,005	0,001	0,001
Calcium, Ca (mg/l)	75	—	—	—
Magnésium, Mg (mg/l)	50	—	—	—
Total Hardness de CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	100-500	300	—	—
pH	7,0-8,5	5,8-8,6	—	—
Couleur	—	5°	—	15°
Turbidité	—	2°	—	5°
Résidu Sec (mg/l)	—	500	—	500
Sulfate (mg/l)	200	—	250	250
Sélénium, Se (mg/l)	0,05	—	—	0,01
Cadmium, Cd (mg/l)	0,01	0,01	—	0,01
ABS (mg/l)	—	0,5	—	0,5
Chlore Residuel (mg/l)	—	0,1	0,1	0,05-0,1

Tableau 3-11

## Qualité de l'eau

	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	T-Fe (mg/l)	Mn <sup>++</sup> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	T-Hardness (mg/l)	F <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	pH (-)	M-Alc (mg/l)	Coli- bacille (N/ml)	Cond. 25° (µS/cm)	Temp. de l'eau (°C)
Ndienne Lagane	600	0,2	P D	20	60	1,3	0,5	P D	P D	8,6	50	15	2.000	32
Colobane	315	P D	P D	35	110	1,0	0,6	0,006	P D	7,5	55	2	1.620	37
Diackso Saloum	80	P D	P D	40	110	0,7	0,4	0,6	1,0	7,8	50	14	990	34
Boukilling	20	P D	0,1	70	110	0,15	P D	0,006	P D	7,6	15	1	160	32
Kabrousse	80	0,2	P D	70	110	0,1	0,5	P D	P D	7,7	10	1	170	27
Tionk Essil	230	0,2	0,1	155	790	0,5	0,4	0,006	P D	8,3	20	0	1.500	29
Dialakoro	25	0,25	P D	220	525	0,5	0,5	P D	P D	8,1	55	9	710	31
Coumbayel	35	0,2	0,1	40	80	0,15	0,6	P D	P D	7,2	30	2	530	25
Malem Nianf	25	P D	0,1	25	50	0,15	0,8	P D	P D	7,6	10	7	53	31

PD: Pas détecter, Limite de détection = I-Fe: 0,2 mg/l, Mn: 0,1 mg/l,

NH<sub>3</sub>-N: 0,4 mg/l, NO<sub>2</sub>-N: 0,006 mg/l, NO<sub>3</sub>-N: 0,23 mg/l

Tableau 3-12

Evaluation de la qualite de l'eau

Site	Fluor	Chlorure
Ndiene Lagane	x	x
Colobane	o	Δ
Diacksao Saloum	o	o
Boukiling	o	o
Kabrousse	o	o
Tionk Essil	o	Δ
Dialakoto	o	o
Goumbayel	o	o
Malem Niani	o	o

x Mauvaise

Δ Douteuse

o Bonne

## 3.2 Ndienne Lagane

### 3.2.1 Généralités

#### 1) Situation

Ndienne Lagane se situe à  $14^{\circ}30'$  de latitude au nord et à  $15^{\circ}50'$  de longitude à l'ouest dans la partie nord de la Région Sine-Saloum, près des confins de la Région Diourbel. En prenant la route goudronnée de Dakar à Tambacounda, l'on atteint Gossas à quelque 160 km de Dakar pour tourner ensuite vers le nord-ouest sur la route de Colobane, afin d'arriver à Ndienne Lagane à peu près 20 km plus loin. Fig. 3-1 représente un plan du site de Ndienne Lagane.

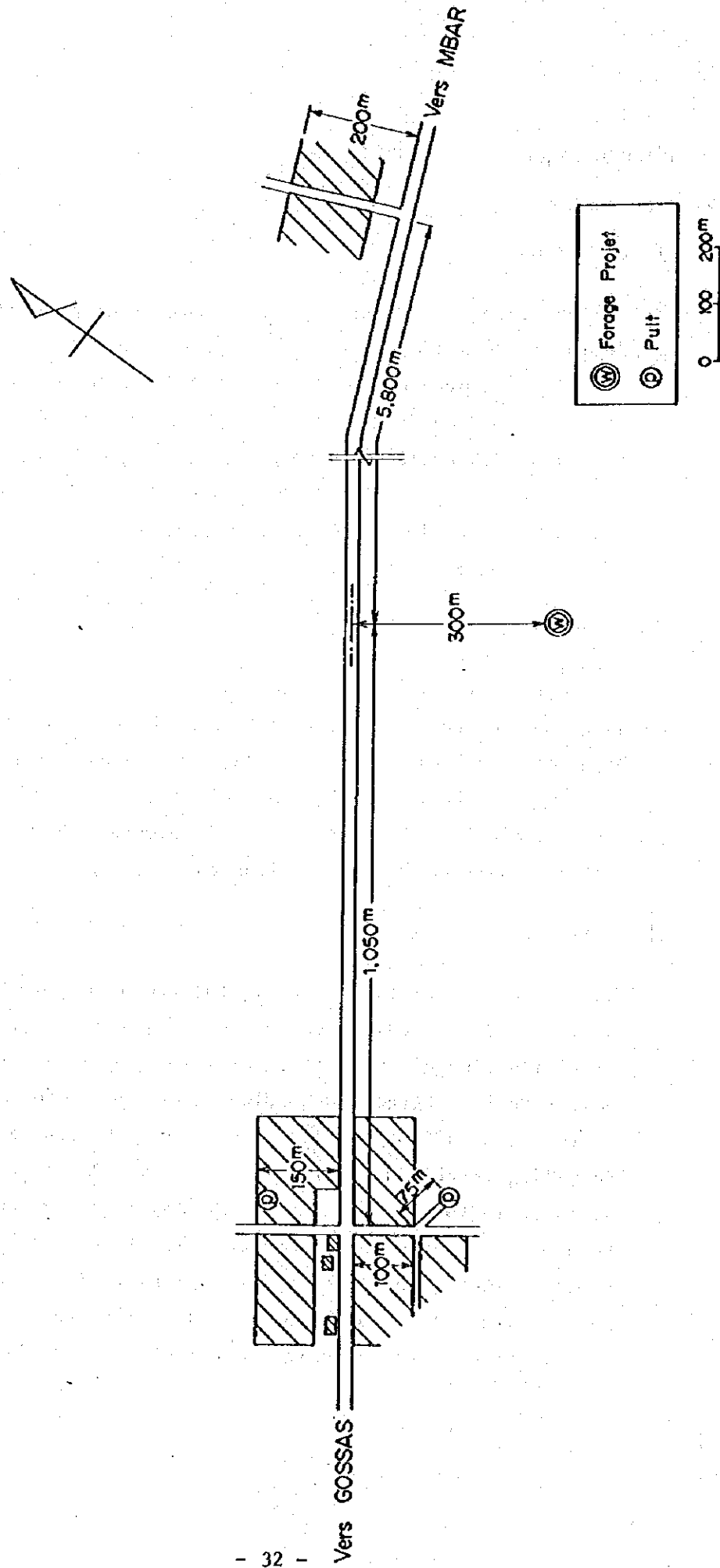
#### 2) Géographie

Le site se situe à 35-40 m au dessus du niveau de la mer et comprend des terres d'exploitation agricole et de la savanne recouvrant un terrain plat. Néanmoins, un examen plus approfondi fait apparaître une topographie d'ondulations minimales de 3-5 m avec un diamètre de 20-30 m, des formations "dolines" peu profonds particulier aux régions calcaires.

#### 3) Géologie

La surface du sol étant entièrement recouverte d'une couche de sable fin d'une couleur variant du gris-jaune au brun, il est difficile d'examiner la structure géologique souterraine à partir de la surface. Néanmoins, la colonne géologique provenant du forage de 325 m foré à 1 km environ à l'ouest des habitats du village révèle une formation d'argile, de marne et de calcaire de la série éocène. En dessous de 275 m, à 50 m du fond du forage, on observe une couche de sable à grain fin à moyen contenant une fine couche d'argile grise. Il y a deux couches de calcaire, l'une entre 36 m et 50 m, l'autre entre 198 m et 205 m. La colonne géologique est indiquée dans la Fig. 3-2.

Fig. 3-1 Plan du site  
 NDIENNE LAGANE





# NDIENNE LAGANE

Fig. 3-2

## COUPE LITHOLOGIQUE

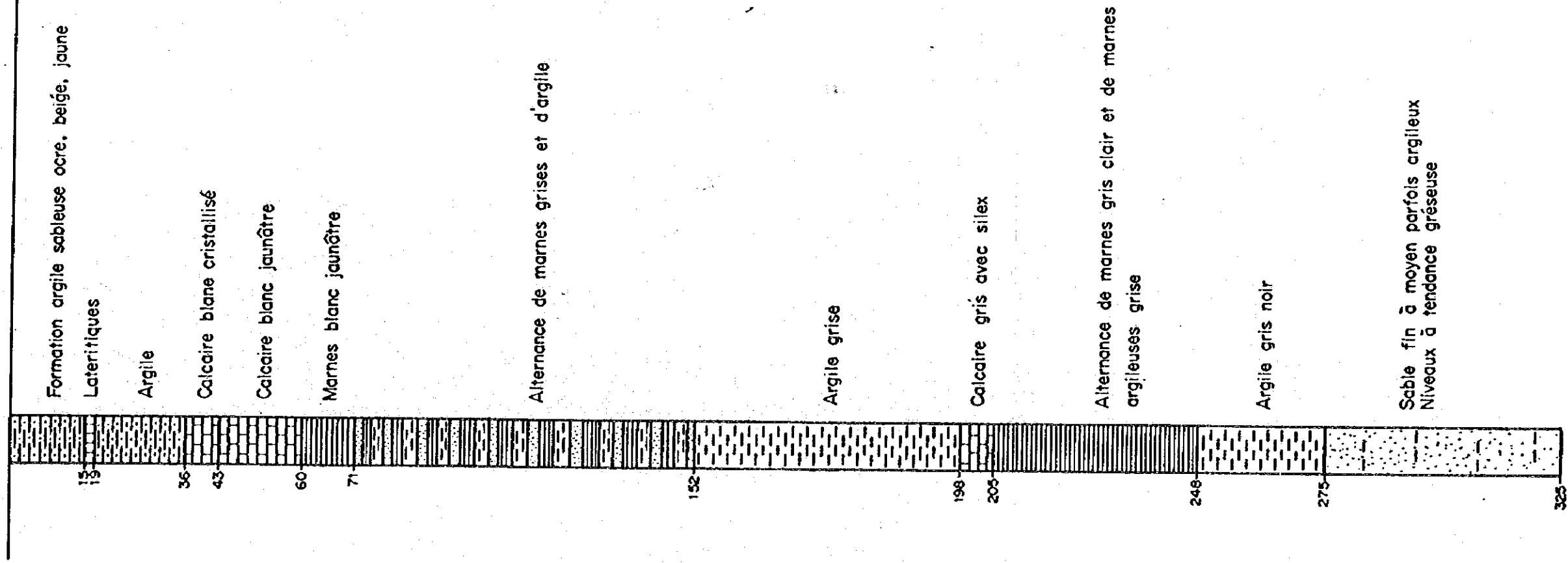
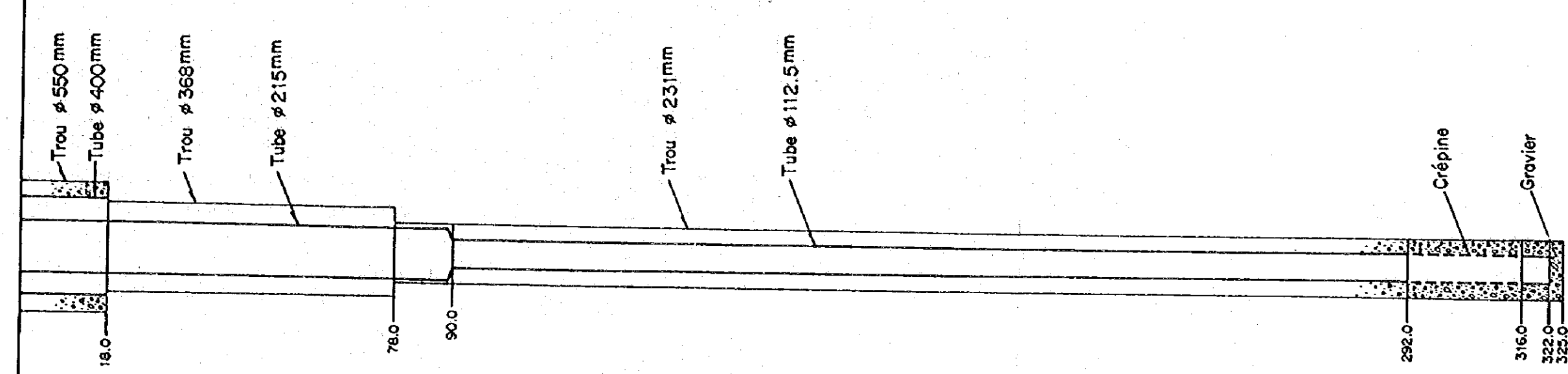


Fig. 3-3

## COUPE TECHNIQUE





### 3.2.2 Eau souterraine

L'aquifère de l'eau souterraine de la région consiste en une couche de sable de la série Maëstrichtien. La formation de marne, de grès et d'argile entre 71 m et 152 m est dominée par la couche de marne et d'argile, la couche de grès est fine et, plus loin, il y a eu une progression de la compactation. Il est ainsi difficilement concevable qu'il s'y trouverait une nappe phréatique fiable. Par conséquent, les eaux souterraines fiables doivent se situer dans la couche de sable entre 275 m et le fond du forage. Etant donné que la crépine du forage est installée entre 292 et 316 m, il y a également lieu de penser que les eaux souterraines provenant de la couche de sable plus profonde est plus fiable. Le niveau d'eau statique est à 32,765 m.

Les résultats de l'essai de pompage exécuté lors de l'achèvement du forage ont permis de déterminer que le débit journalier de pompage approprié serait de l'ordre de 1.000 m<sup>3</sup>/jour. Comptant avec un rabattement de 12,3 m, le niveau d'eau pour le pompage serait à 45,065 m.

### 3.2.3 Structure du forage

Le forage du projet se situe à 36 m au-dessus du niveau de la mer. La coupe transversale du forage (Fig. 3-3) montre que le puits a été foré en  $\phi$  550 mm jusqu'à la profondeur de 10 m,  $\phi$  368 mm jusqu'à 78 m et  $\phi$  231 mm jusqu'au fond à 325 m. Le tubage d'isolement du forage est à  $\phi$  215 mm jusqu'à la profondeur de 90 m, à  $\phi$  112,5 mm entre 292 et 316 m. Ensuite une crépine à  $\phi$  112,5 mm est rencontrée entre 292 et 316 m et un fond clos de  $\phi$  112,5 mm en dessous de 316 m. La hauteur du tubage au-dessus de la surface est 0,255 m.

### 3.2.4 Qualité de l'eau

Les résultats des analyses des eaux du forage du projet sont indiqués au Tableau 3-13. Etant donné que les concentrations de fluorures et de chlorures sont bien plus élevées que les normes

Tableau 3-13

## Qualité de l'eau de Ndienné Lagane

		Résultats
Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	600
T-Fe	(mg/l)	0,2
Mn <sup>++</sup>	(mg/l)	< 0,1
Ca <sup>++</sup>	(mg/l)	20
T-Hardness	(mg/l)	60
F <sup>-</sup>	(mg/l)	1,3
NH <sub>3</sub> -N	(mg/l)	0,5
NO <sub>2</sub> -N	(mg/l)	< 0,006
NO <sub>3</sub> -N	(mg/l)	< 0,23
pH	( - )	8,6
M-Alc	(mg/l)	50
Coli-bacille	(N/ml)	15
Cond. 25°C	(µS/cm)	2.000
Temp. de l'eau	(°C)	32

acceptables, l'eau de ce puits pourrait présenter quelques problèmes lorsqu'il s'agirait de l'employer en tant qu'eau potable.

### 3.3 Colobane

#### 3.3.1 Généralités

##### 1) Situation

Colobane se situe à environ 20 km au nord-est de Ndienné Lagane par 14°40' de latitude au nord et 15°42' de longitude à l'ouest. Le site est sous l'administration de la Région Sine-Saloum. Un plan du site est indiqué au Fig. 3-4.

##### 2) Géographie

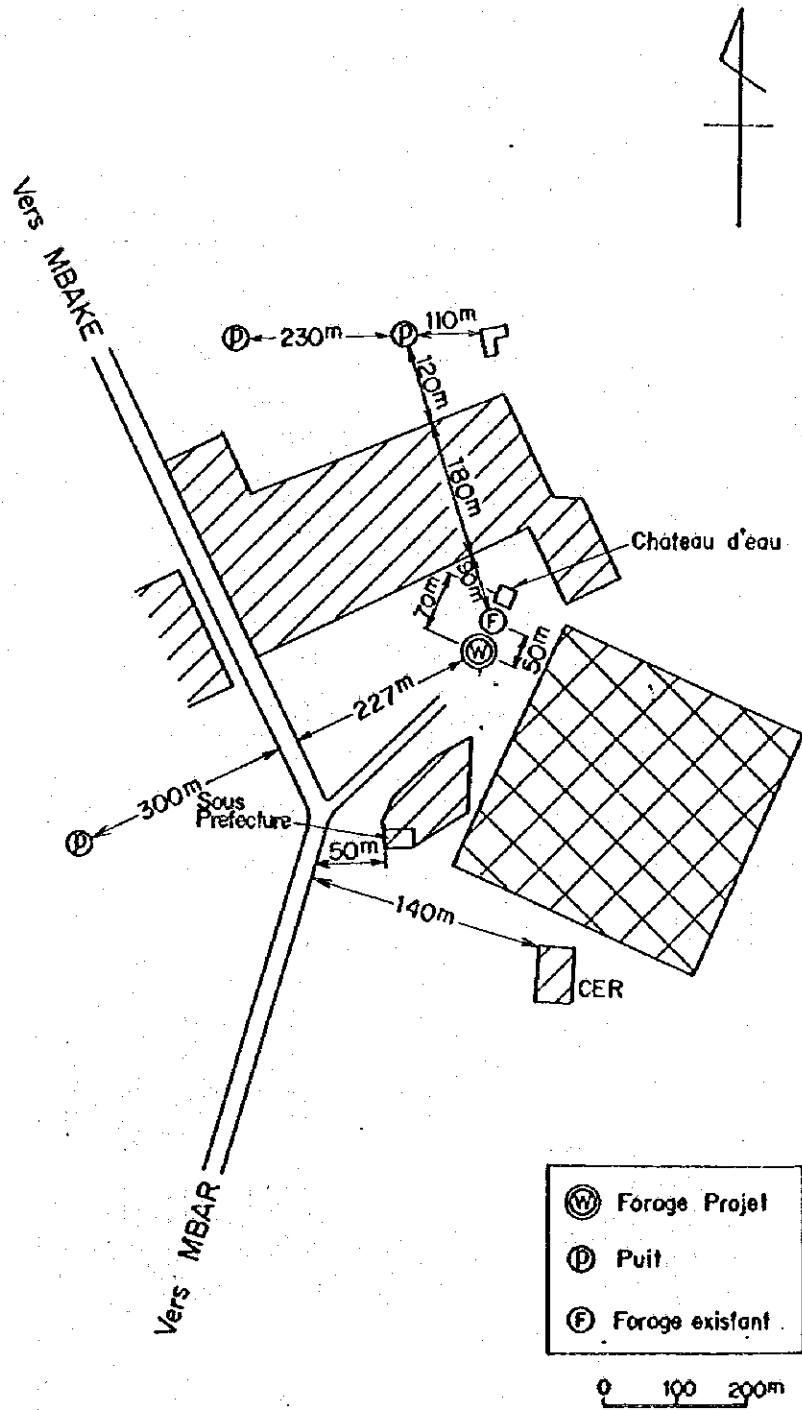
Le site est assez plat, à une hauteur de 25-30 m au dessus du niveau de la mer, avec une légère ondulation d'arêtes de 2-3 m. Les zones habitées se concentrent sur les terrains légèrement élevés et le voisinage consiste scentiellement en terrains d'exploitation agricole.

##### 3) Géologie

La surface du sol est parsemée d'un sable fin de couleur jaune-brun et dans la zone découpée, en pente, d'une profondeur de 1-2 m, on découvre une latérite de couleur marron-foncé à marron. La latérite contient du gravier fin mais il est bien compacté. La colonne géologique pour le forage du projet à Colobane (voir à la Fig. 3-5) révèle une formation d'argile, marne calcaire et de sable de la série éocène. Le calcaire se rencontre en 5 couches à 31-34 m, 39-43 m, 88-90 m, 110-153 m et 160-205 m. La couche de sable est répartie depuis la surface jusqu'à 25 m de profondeur et depuis 236 m jusqu'au fond du puits à 290 m. Les autres couches sont d'argile et de marne, la couche de sable comprend quelques parties argileuses. On observe de la lignite à 227 m et à 229 m.

Fig. 3-4 Plan du site

# COLOBANE



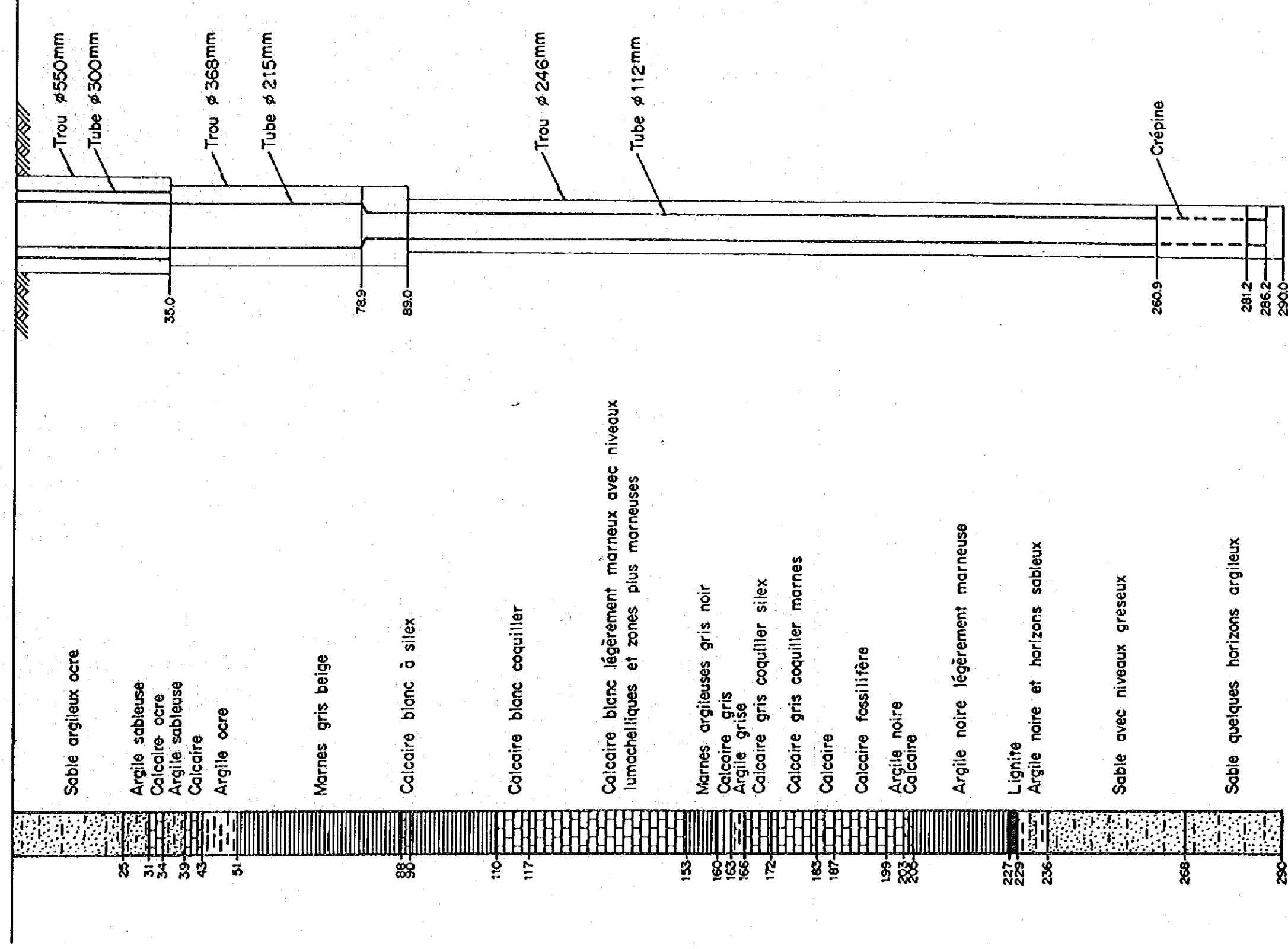
# COLOBANE F 2

Fig. 3-5

## COUPE LITHOLOGIQUE

Fig. 3-6

## COUPE TECHNIQUE







### 3.3.2 Eau souterraine

L'eau souterraine de cette région repose sur une base aquifère formée d'une couche de sable de la série Maestrichtien. La couche de sable rencontrée entre 236 m et 290 m est considérée comme étant le niveau aquifère le plus productif. La crépine du forage du projet se situe entre 260,9 m et 281,2 m. La hauteur statique de l'eau est à 25,58 m. Les résultats de l'essai de pompage effectué juste après le forage du puits ont fait apparaître que le débit approprié serait 644 m<sup>3</sup>/jour. Avec un rabattement de 2,4 m, le niveau de l'eau de pompage serait 27,9 m.

### 3.3.3 Structure du forage

Le forage du projet est à 28 m au-dessus du niveau de la mer. Suivant les indications de la Fig. 3-6; on constate que le forage fut foré avec un  $\phi$  550 mm jusqu'à 35 m de profondeur,  $\phi$  368 mm jusqu'à 89 m et  $\phi$  246 mm jusqu'au fond du puits. Le forage fut terminé avec un tubage de  $\phi$  215 mm jusqu'à 78,7 m de profondeur et de  $\phi$  112 mm pour le restant du puits. Une crépine est installée entre 269,9 m et 281,2 m. Le tubage est à 0,22 m au-dessus du sol.

### 3.3.4 Qualité de l'eau

Les résultats des analyses effectuées sur l'eau du forage du projet sont indiqués au Tableau 3-14. Bien que la valeur des chlorures est quelque peu élevée, une analyse globale a démontré qu'aucun problème grave ne devrait se poser.

Tableau 3-14

Qualité de l'eau de Colobane

	Résultats
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	315
T-Fe (mg/l)	<0,2
Mn <sup>++</sup> (mg/l)	<0,1
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	35
T-Hardness (mg/l)	110
F <sup>-</sup> (mg/l)	1,0
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,6
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0,006
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	<0,23
pH (-)	8,5
M-Alc (mg/l)	55
Coli-bacille (N/ml)	2
Cond. 25°C (µS/cm)	1.620
Temp. de l'eau (°C)	37

### 3.4 Diacksao Saloum

#### 3.4.1 Généralités

##### 1) Situation

Diacksao Saloum se situe par  $14^{\circ}25'$  de latitude au nord et  $15^{\circ}23'$  de longitude à l'ouest dans la partie orientale de la Région Sine-Saloum. On atteint Kaffrine sur la route de Dakar à Tambacounda, à quelques 215 km de Dakar. Diacksao Saloum est accessible en allant vers le nord à Boulel et puis en tournant vers l'est à environ 35 km de Kaffrine. Le plan du site est indiqué à la Fig. 3-7.

##### 2) Géographie

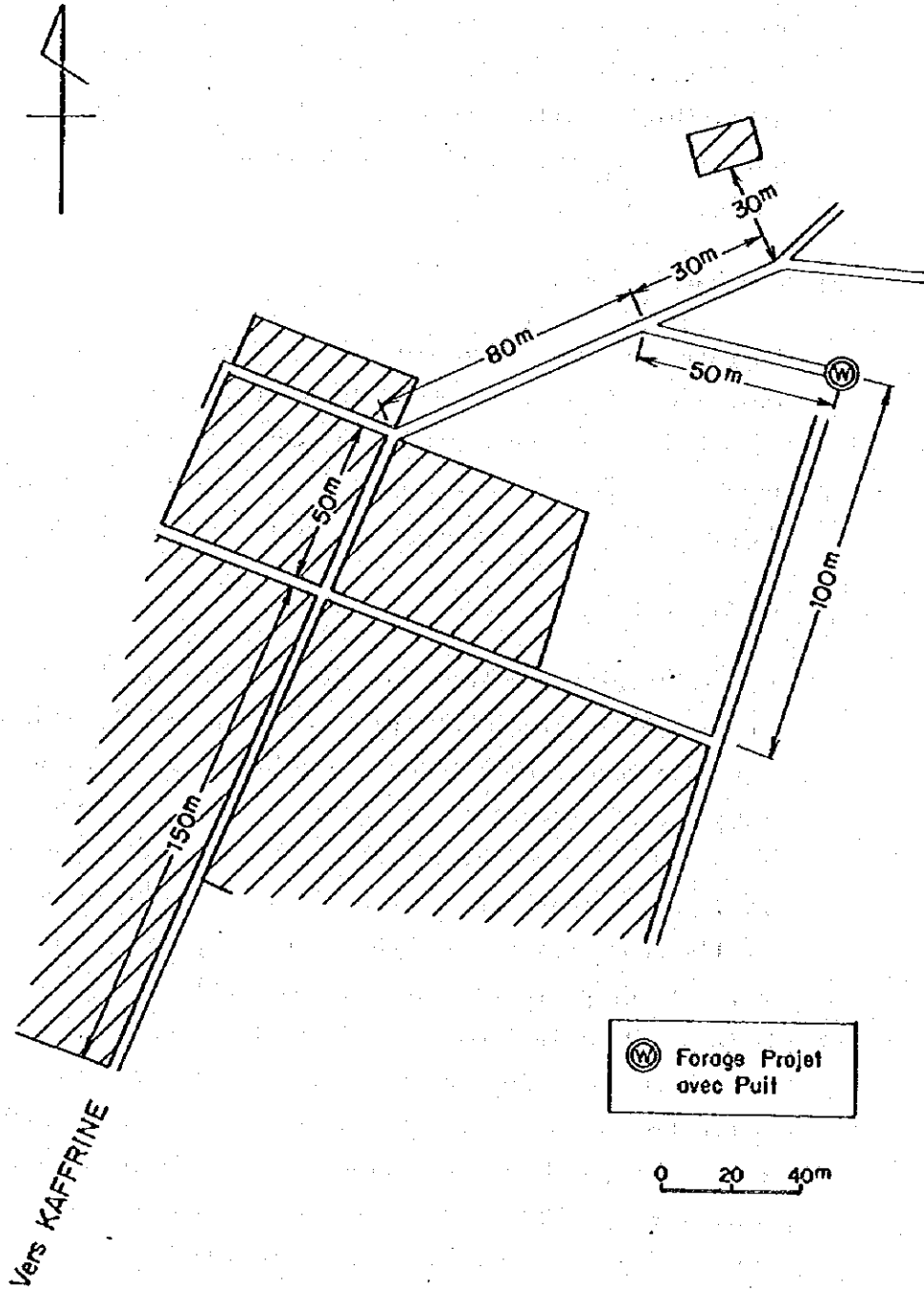
Le site est plat, à environ 30 m au-dessus du niveau de la mer mais l'extrémité nord-ouest de la zone habitée se situe à peu près à 1 m plus haut que le forage-puits du projet. Sur le côté nord de la zone habitée, il y a une légère dépression quelque 1,5 à 2 mètres plus bas que le point le plus élevé.

##### 3) Géologie

De la latérite compactée se trouve autour du forage puits du projet, mais elle est entourée de terrains d'exploitation agricole recouvertes légèrement d'une terre sableuse. La géologie autour du forage-puits se caractérise par une formation éocène surmonté par un dépôt continental (continental terminal).

La ligne de séparation entre la formation continental terminal et l'éocène se situe probablement à environ 106 m. Le continental terminal de cette zone consiste essentiellement en couches de grès à grain fin à moyen et de sable et une couche d'argile est rencontrée entre 46 m et 58,4 m. Le sable à gros grain réparti entre 88 m et 106 m est considéré comme étant probablement du sable basique de la formation continental terminal. Les formations éocène et paleocène en dessous de 106 m consistent en une épaisse couche de marne au-dessus et du sable en-dessous

Fig. 3-7 Plan du site  
DIACKSAO SALOUM



pour 142 m. Une fine couche de sable existe dans la couche de marne et on observe des fossiles de coquillages dans la couche au-dessus. En-dessous de 248,5 m, le sable est à grain moyen. A partir de 259,73 m à 260,73 m le sable contient de l'argile gris foncé. La colonne géologique du site est indiquée à la Figure 3-8.

#### 3.4.2 Eau souterraine

L'aquifère du forage-puits du projet est sur une couche de sable de formation Maestrichtien située en-dessous de 248,5 m.

L'essai de pompage effectué lors de l'achèvement du forage du puits implique que le débit approprié serait de 688 m<sup>3</sup>/jour. Avec un rabattement de 9,6 m, le niveau de pompage de l'eau serait à 47,6 m.

#### 3.4.3 Structure du forage

Le forage-puits est à 30m au-dessus de niveau de la mer. Ce site possède le seul forage-puits des sites étudiés. Comme l'indique la Fig. 3-9, la partie du puits était forée en  $\phi$  472 mm jusqu'à 9,6 m de profondeur, en  $\phi$  384 mm jusqu'à 125 m et en  $\phi$  123 mm jusqu'au fond à 294,7 m. La finition du forage est en tubage de  $\phi$  320 mm jusqu'à 125 m de profondeur, de  $\phi$  106 mm entre 95 m et 211,8 m et de  $\phi$  125 mm entre 211,8 m et 290,9 m. Une crépine est installée entre 261 m et 277,8 m. Le tubage s'élève à 0,5 m au-dessus du sol.

#### 3.4.4 Qualité de l'eau

Les analyses de la qualité de l'eau révèlent que l'eau du forage-puits du projet est de bonne qualité, comme l'indique le Tableau 3-15.

# DIACKSAO SALOUM

Fig. 3-8  
COUPE LITHOLOGIQUE

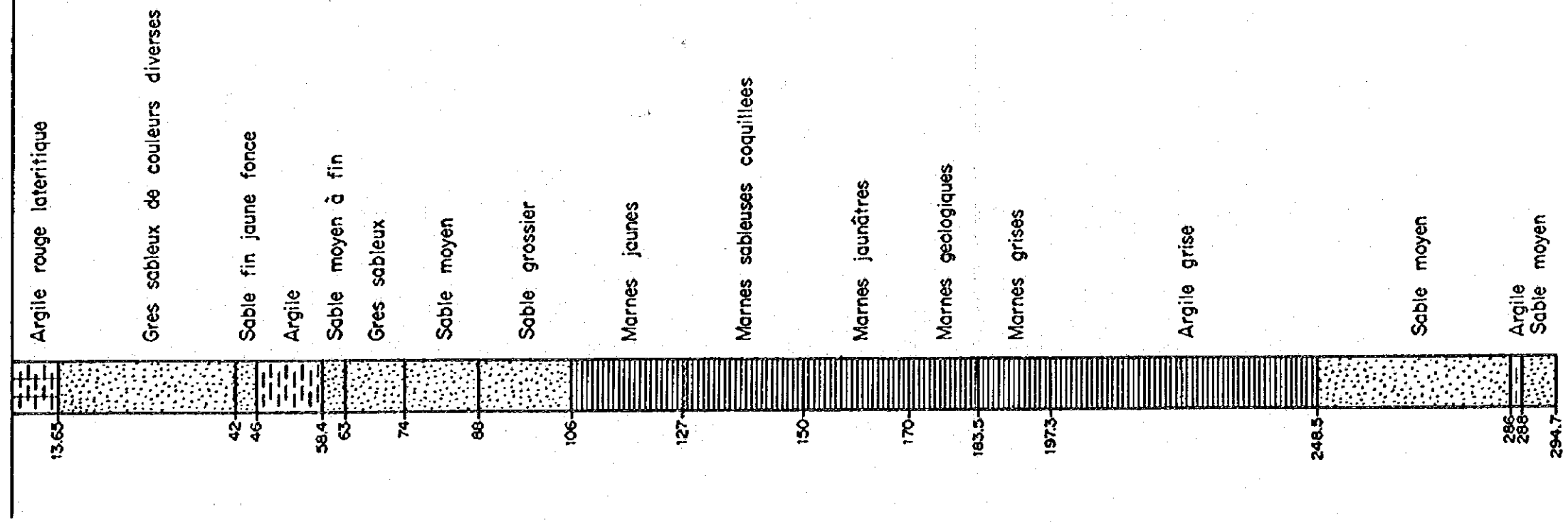


Fig. 3-9  
COUPE TECHNIQUE

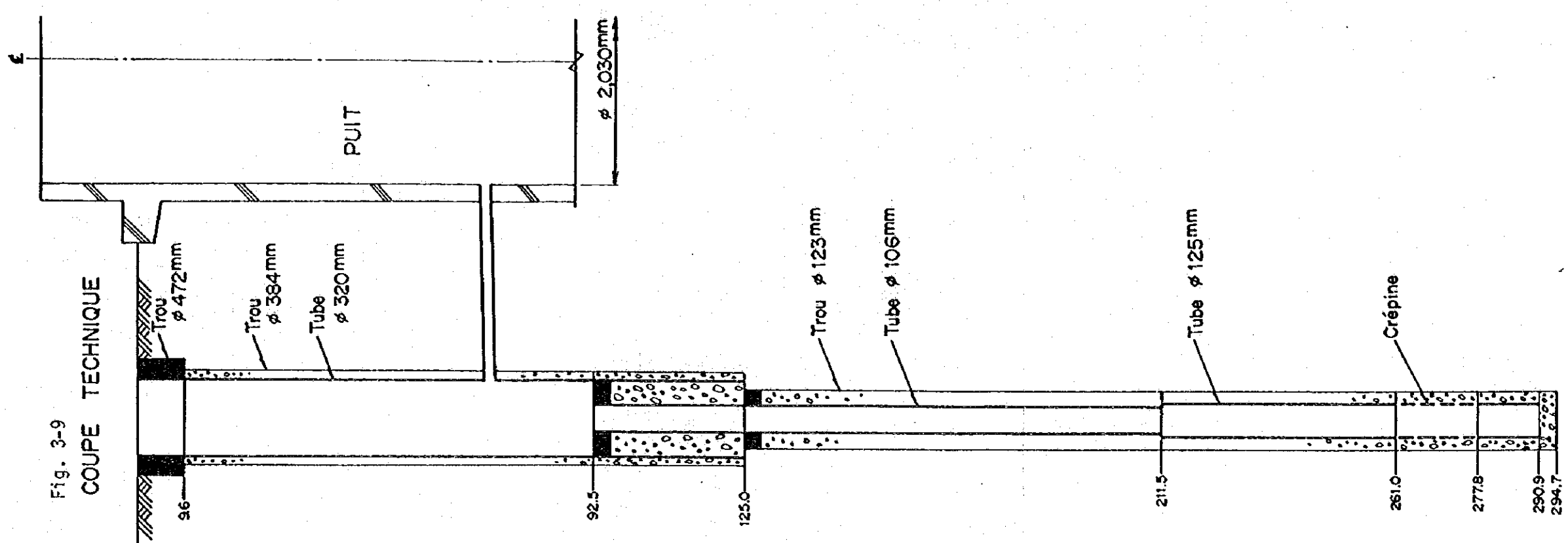






Tableau 3-15

## Qualité de l'eau de Diacksao Saloum

	Résultats
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	80
T-Fe (mg/l)	< 0,2
Mn <sup>++</sup> (mg/l)	< 0,1
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	40
T-Hardness (mg/l)	110
F <sup>-</sup> (mg/l)	0,7
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,4
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0,6
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	1,0
pH ( - )	7,8
M-Alc (mg/l)	50
Cóli-bacille (N/ml)	14
Cond. 25°C (µS/cm)	990
Temp. de l'eau (°C)	34

## 3.5 Bounkiling

### 3.5.1 Généralités

#### 1) Situation

Bounkiling est situé dans la partie nord de la Région Casamance près des frontières de Gambie par 13°5' de latitude au nord et 15°40' de longitude à l'ouest. Kaolack, le chef-lieu de la région Sine-Saloum, se situe à quelques 190 km de Dakar sur la route Dakar-Tambacounda. A partir de Kaolack, en prenant la route vers Ziguinchor pendant 150 km environ, on aboutit à Bounkiling. Le plan de site est tracé dans la Fig. 3-10.

#### 2) Géographie

Bounkiling est un site accidenté à 23 à 28 m au-dessus de niveau de la mer. Le forage du projet se situe à l'extrémité est des zones habitées au point le plus élevé, à 28 m. L'extrémité ouest du village est le plus bas, étant à 23 m. Un tributaire de la rivière Casamance coule vers le sud-ouest, longeant le côté sud du site.

#### 3) Géologie

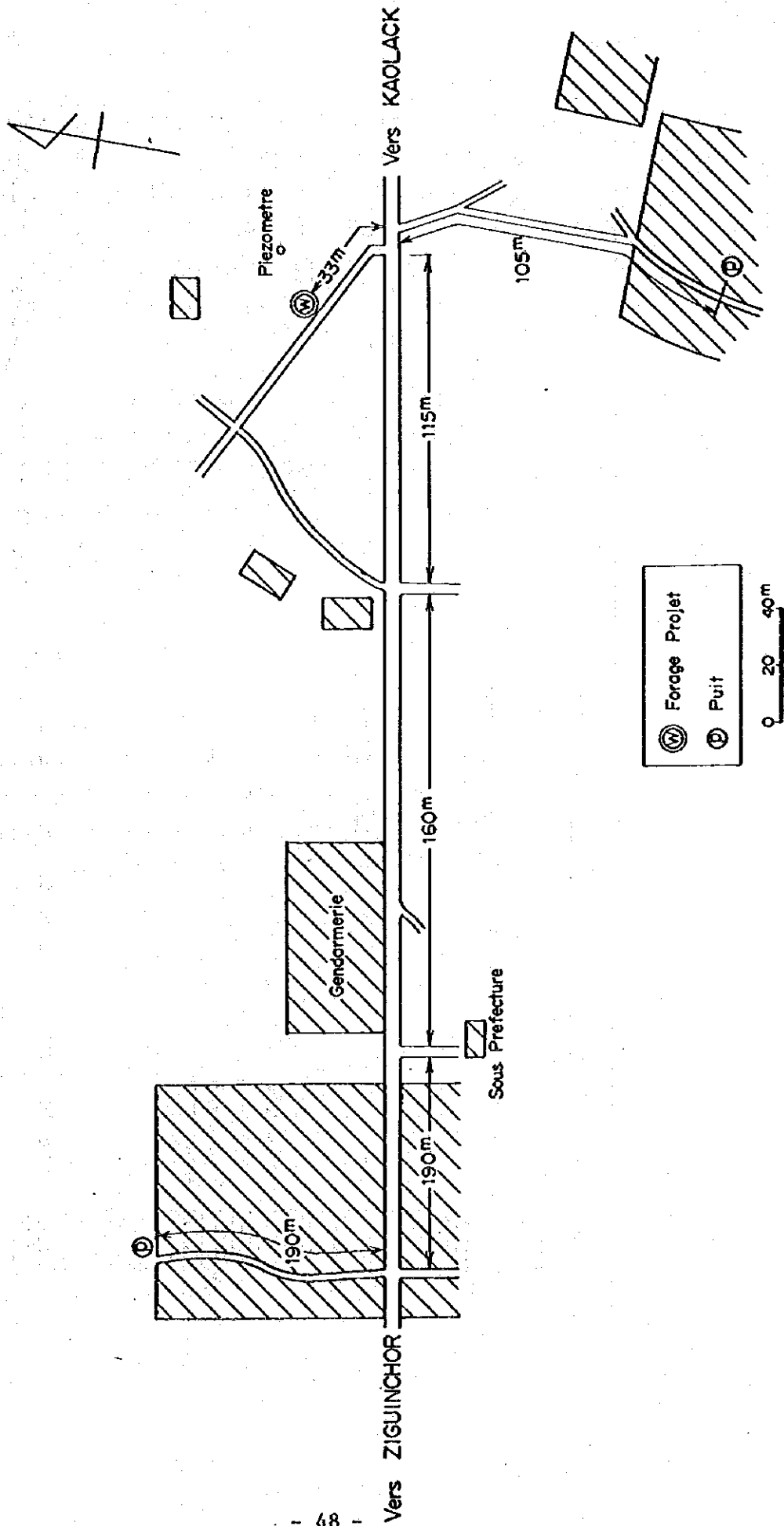
La surface du sol est formée d'argile latéritique rouge contenant des gravillons de granulométrie continue de 1-3 cm de diamètre. On ne peut observer la formation en-dessous à partir de la surface. La colonne géologique de la Fig. 3-11 montre de l'argile latérite 25 m en-dessous de la surface, une couche d'argile entre 5 m et 74 m et une couche de sable fin mélangé avec de l'argile jusqu'au fond du puits à 120,4 m. Ces couches sont de formation continental terminal, comprenant des couleurs jaune, gris et gris-foncé.

### 3.5.2 Eau souterraine

L'aquifère phréatique de cette région provient de la couche de sable du continental terminal. Le forage du projet emploie la couche de

Fig. 3-10 Plan du site

# BOUNKILING



# BOUNKILING

Fig. 3-11

## COUPE LITHOLOGIQUE

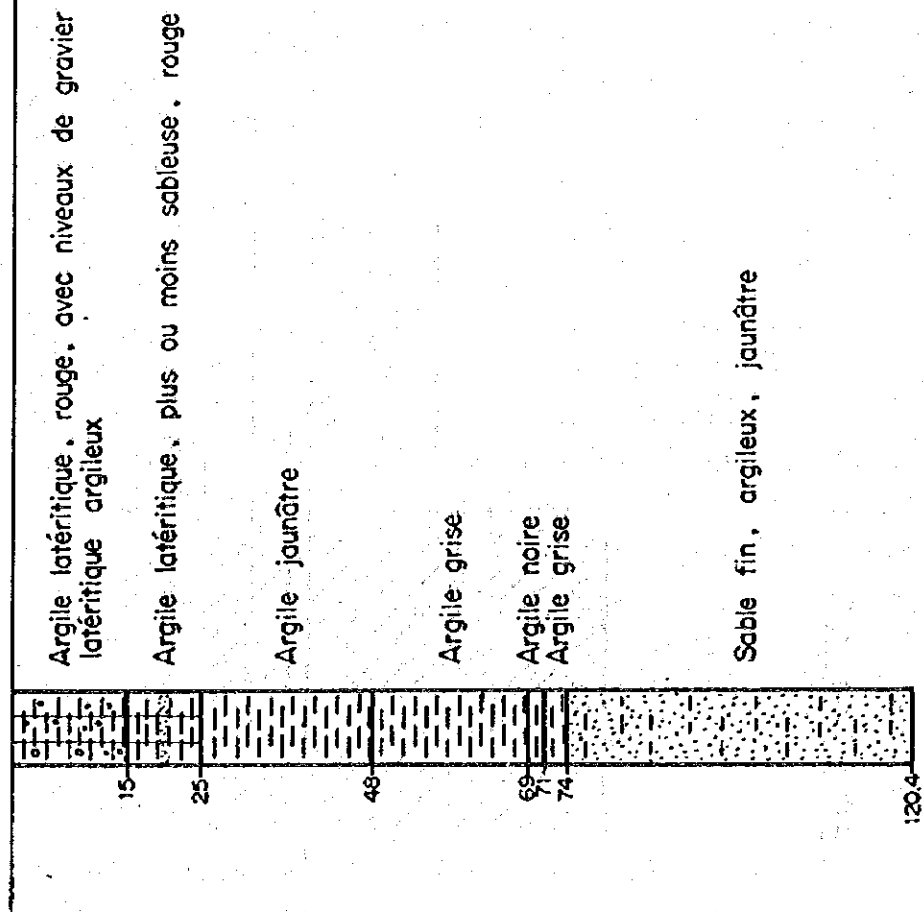
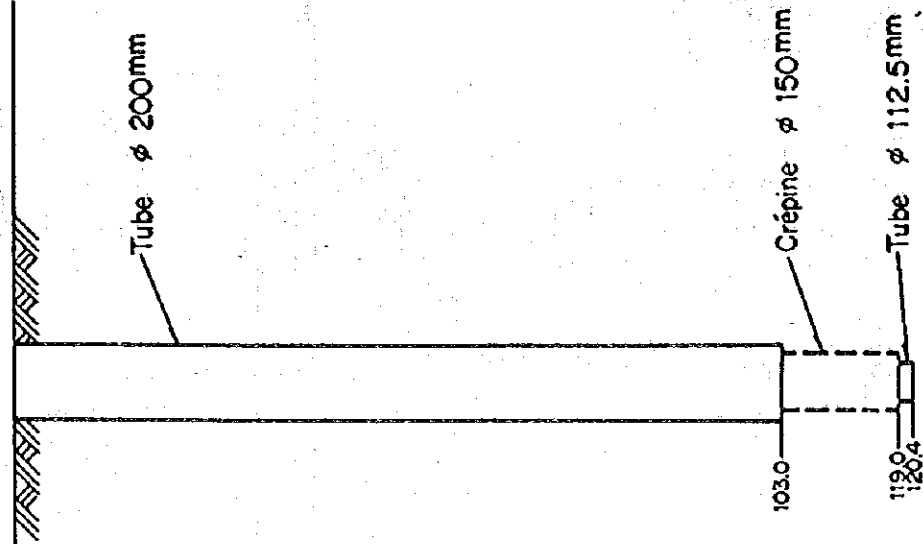


Fig. 3-12

## COUPE TECHNIQUE



sable fin mélangé avec de l'argile jaune du myocène en-dessous de 74 m. La hauteur statique de l'eau est à 12,33 m. A partir des résultats de l'essai de pompage effectué a la fin du forage du puits, on constate que le débit de pompage approprié setait de l'ordre de 1.000 m<sup>3</sup>/jour. Avec un rabattement de 9,2 m, le niveau de pompage de l'eau serait à 21,53 m.

### 3.5.3 Structure du forage

Le forage se situe à 28 m au-dessus du niveau de la mer. Selon la structure du forage illustrée dans la Fig. 3-12, un tubage de  $\phi$  200 mm est installé jusqu'à 103 m de profondeur, une crépine de  $\phi$  150 mm entre 103 m et 119 m et un fond clos de  $\phi$  112,5 mm entre 119 m et 120 m.

### 3.5.4 Qualité de l'eau

Sur ce site, on a prélevé un échantillon d'eau depuis le forage du projet ainsi que d'un puits du voisinage. Les résultats obtenus figurent au Tableau 3-16. La valeur pH de l'échantillon du puits était basse à 5,7 tandis que la valeur pH de l'eau du forage, à 7,6, ne présenterait aucun problème.

**Tableau 3-16**  
**Qualité de l'eau de Bounkiling**

	Forage	Puit
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	20	25
T-Fe (mg/l)	< 0,2	< 0,2
Mn <sup>++</sup> (mg/l)	0,1	< 0,1
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	70	5
T-Hardness (mg/l)	110	30
F <sup>-</sup> (mg/l)	0,15	0,05
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	< 0,4	< 0,4
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0,006	0,1
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	< 0,23	1,05
pH ( - )	7,6	5,7
M-Alc (mg/l)	15	5
Coli-bacille (N/ml)	1	8
Cond. 25°C (µS/cm)	160	60
Temp. de l'eau (°C)	32	30

## 3.6 Kabrousse

### 3.6.1 Généralités

#### 1) Situation

Kabrousse se situe à l'extrémité du Sénégal le plus au sud-ouest; près des confins de la Guinée-Bissau, par 12°20' de latitude au nord et 16°45' de longitude à l'ouest. Ce site dépend de l'administration de la Région de Casamance. Ce site côtier est à quelques 55 km au sud-ouest de Ziguinchor, le chef-lieu de la région. Le plan du site de Kabrousse est tracé dans la Fig. 3-13.

#### 2) Géographie

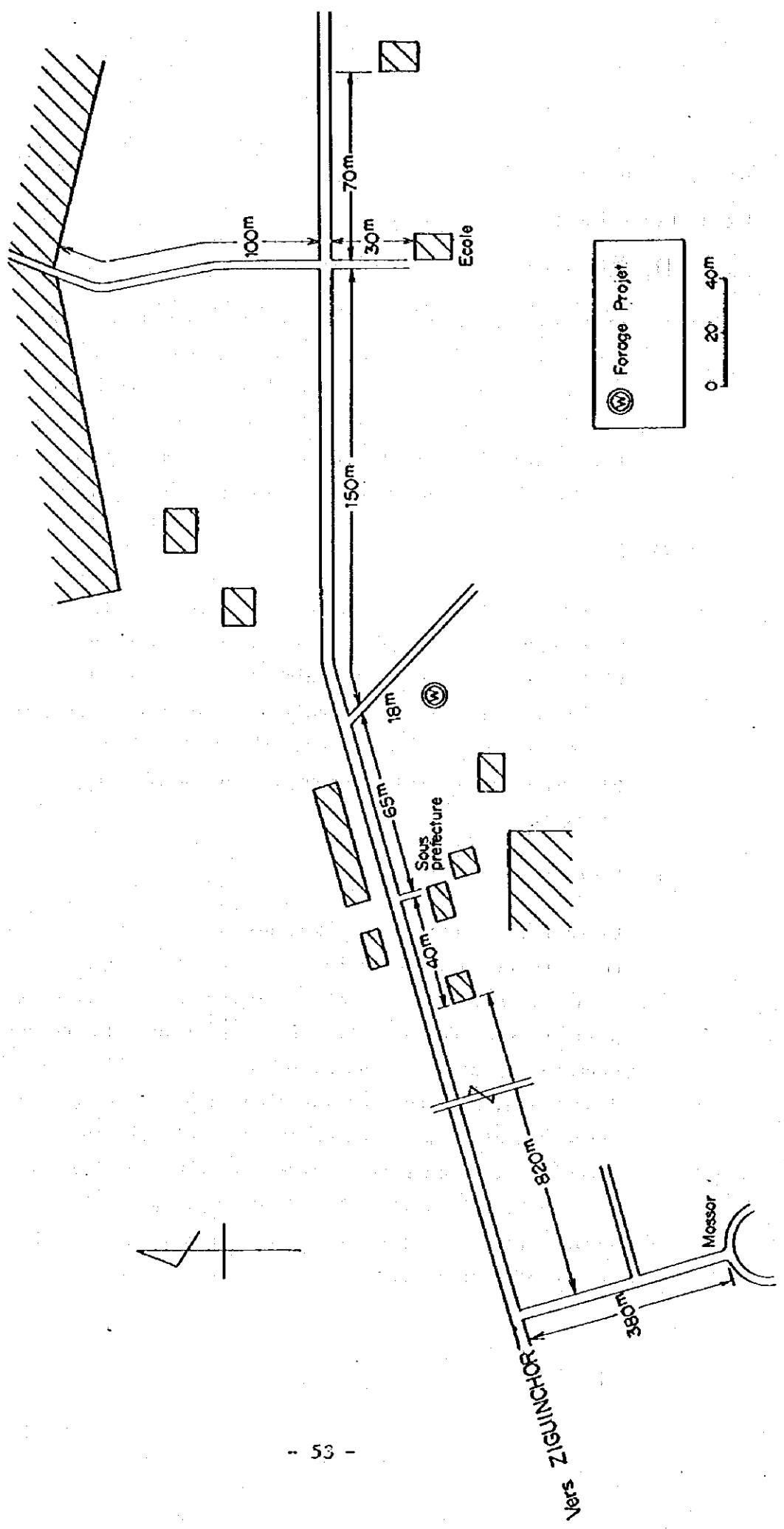
Le site se situe sur un terrain plat près de la côte, entre 10 et 20 m au-dessus du niveau de la mer. Un nombre important d'affluents sous forme de ruisseaux résultent du fait que cette région est humide et tropicale avec des pluies fréquentes et de forêts denses. En effet, avec un chiffre d'au moins 1.800 mm par an, la précipitation annuelle de la région est la plus forte du pays.

#### 3) Géologie

La surface du sol est entièrement recouverte d'un sable fin de couleur gris-brun et la formation souterraine ne peut s'observer depuis la surface. La colonne géologique du forage (voir Fig. 3-14) révèle néanmoins la présence, jusqu'à 2 m en-dessous de la surface, d'une couche de sable mélangé avec de l'argile entre 2 m et 7 m, une couche de latérite ou de latérite mélangé au sable entre 7 m et 12 m et une couche de sable fin en-dessous de 12 m jusqu'au fond du puits à 32,6 m. La couche 0-7 m est probablement une couche alluviale (sable de plage), la 7-12 m est sans doute de la latérite et celle d'en-dessous devrait être de la formation continental terminal.

Fig. 3-13 Plan du site

# KABROUSSE





# KABROUSSE

Fig. 3-14

## COUPE LITHOLOGIQUE

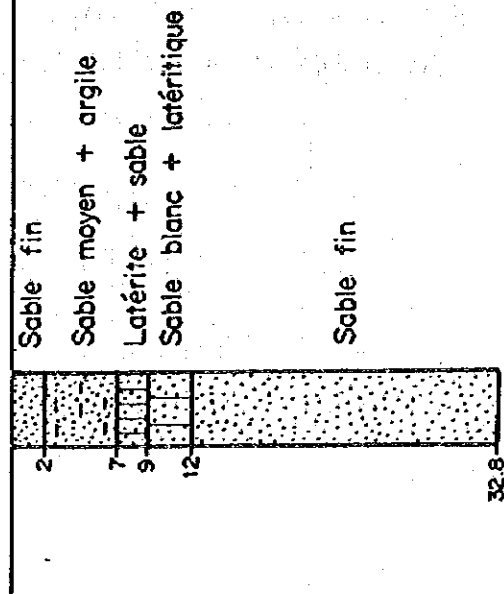
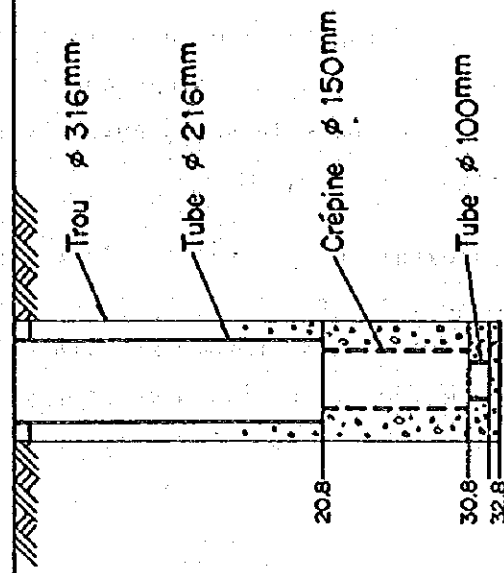


Fig. 3-15

## COUPE TECHNIQUE



### 3.6.2 Eau souterraine

L'aquifère phréatique de la région se situe dans la couche de sable de la formation continental terminal. Le forage du projet est pourvu d'une crépine de 10 m installée dans le sable entre 20,8 m et 30,8 m. La hauteur statique de l'eau est à 6,9 m.

Aucune donnée détaillée d'essais de pompage sur le forage du projet n'est disponible. Néanmoins, les résultats de l'essai de pompage d'air (air lift) effectué à la fin du forage du puits démontre que, moyennant un débit de  $360 \text{ m}^3/\text{jour}$ , le niveau de pompage de l'eau descendrait jusqu'à 5,5 m en-dessous du niveau de la mer.

### 3.6.3 Structure du forage

Le forage a été exécuté en  $\phi$  316 mm. Un tubage de  $\phi$  216 mm est installé jusqu'à 20,8 m de profondeur, de 20,8 m à 32,8 m on rencontre un crépine de  $\phi$  150 mm et un tubage clos de  $\phi$  100 mm est installé depuis 30,8 m à 32,8 m. Le plan de coupe est représenté dans la Fig. 3-15.

### 3.6.4 Qualité de l'eau

Les résultats des analyses de la qualité de l'eau du forage de Kabrousse sont indiqués au Tableau 3-17. Une analyse globale des résultats démontre que la qualité de l'eau est très bonne.

Tableau 3-17  
Qualité de l'eau de Kabrousse

	Résultats
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	80
T-Fe (mg/l)	0,2
Mn <sup>++</sup> (mg/l)	< 0,1
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	70
T-Hardness (mg/l)	110
F <sup>-</sup> (mg/l)	0,1
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,5
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	< 0,006
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	< 0,23
pH ( - )	7,7
M-Alc (mg/l)	10
Coli-bacille (N/ml)	1
Cond. 25°C (µS/cm)	170
Temp. de l'eau (°C)	29

## 3.7 Tionk Essil

### 3.7.1 Généralités

#### 1) Situation

Tionk Essil est situé dans la partie nord-ouest de la Région Casamance par  $12^{\circ}47'$  de latitude au nord et  $16^{\circ}30'$  de longitude à l'ouest. A environ 25 km au nord-ouest de Ziguinchor, le chef-lieu de l'Arrondissement, se trouve Tendouk. Tendouk peut également être atteint par Bignona, quelques 25 m au nord de Ziguinchor. Tionk Essil est situé à environ 7 km au nord-ouest de Tendouk, en passant par une route non-goudronnée. La route vers Tionk Essil est composée de latérite, ce qui implique la nécessité d'effectuer quelques aménagements avant le commencement de la partie constructive du projet. La Fig. 3-16 représente le plan du site de Tionk Essil.

#### 2) Géographie

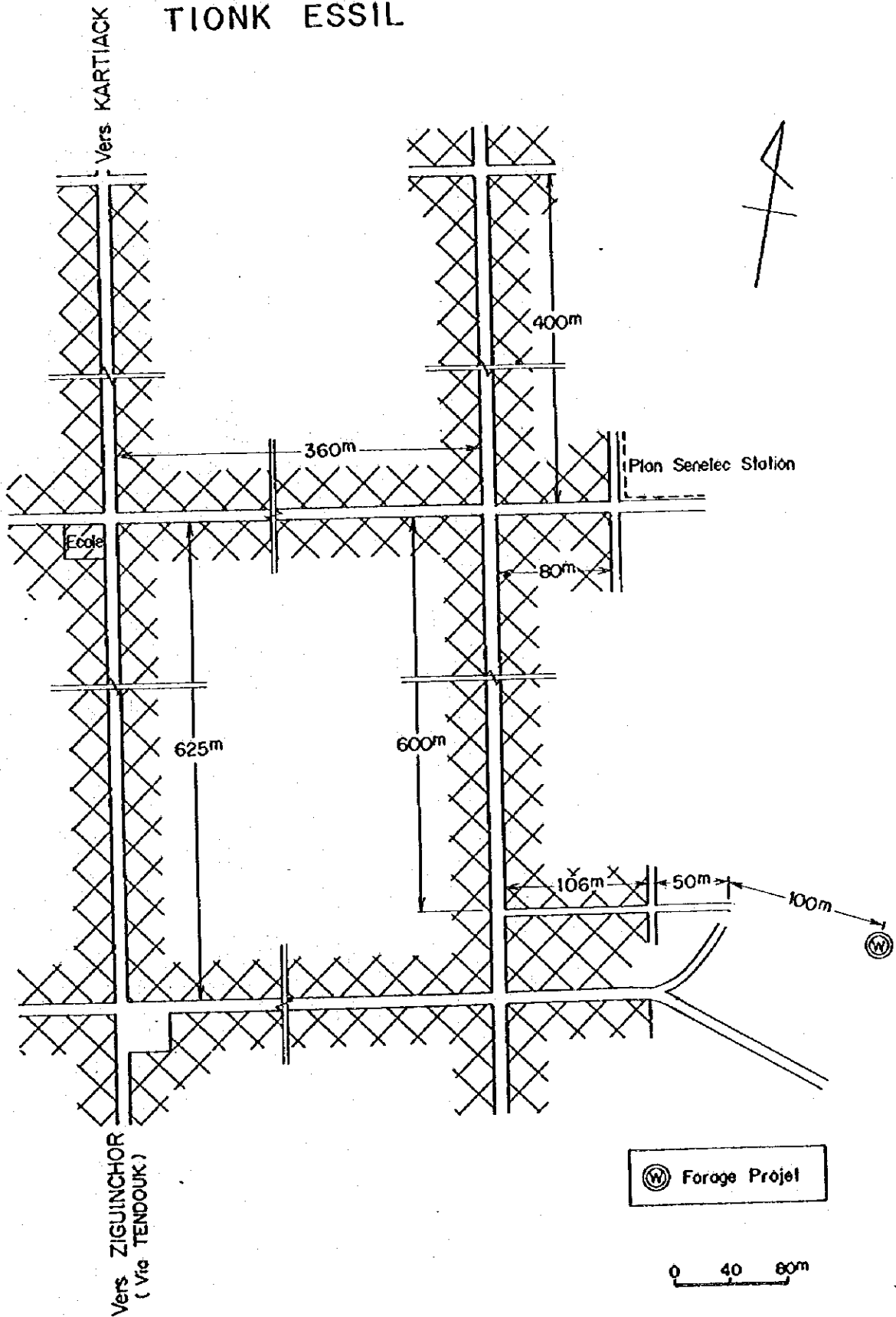
Ce site est sur un terrain plat à 10 à 13 m au-dessus du niveau de la mer dans la bassin bas et humide formé des affluents du fleuve Casamance. Tionk Essil est une agglomération systématiquement aménagée pour y encourager le peuplement. Sur le côté est du village, une vallée découpée révèle un écoulement vers le nord mais, en général, aucun débit d'eau n'est visible.

#### 3) Géologie

La surface du sol est formée d'un mélange d'argile et de sable fin en couches fines avec de la latérite compacte. La formation souterraine est représentée dans la Fig. 3-17. Depuis la surface jusqu'à 5 m de profondeur on rencontre une couche alluviale de sable éolienne et de sable argileux, une couche de latérite compacte se situe entre 5 et 8 m et la couche mélangée de sable et d'argile rencontrée entre 8 m et 33 m est une formation zonée de sable-calcaire, d'argile et de marne. Cette formation zonée est de toute évidence un dépôt marin de la série éocène. L'aquifère est formée de la couche sable-calcaire entre 124 m et 155 m.

Fig. 16 Plan du Site

# TIONK ESSIL



# TIONK ESSIL

Fig. 3-17

## COUPE LITHOLOGIQUE

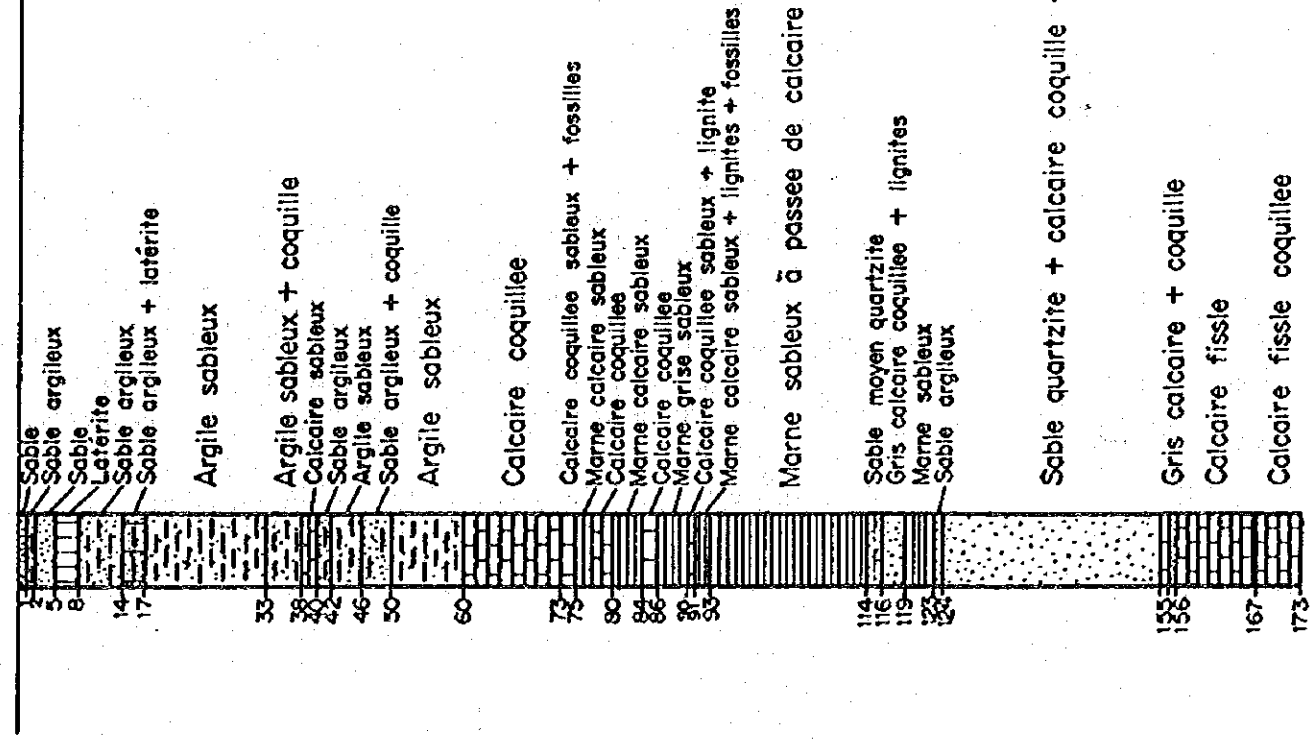
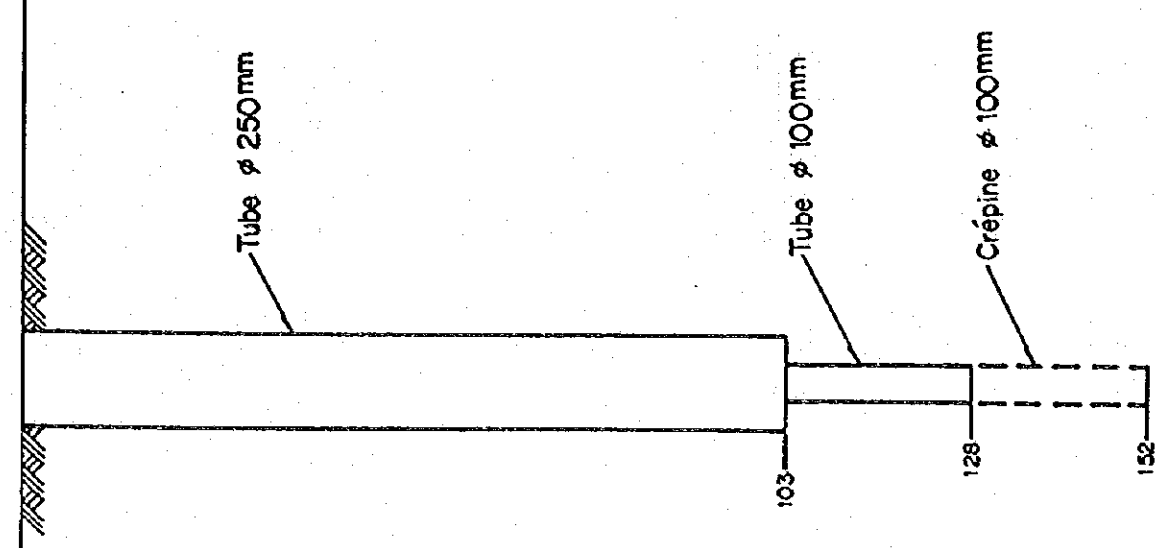


Fig. 3-18

## COUPE TECHNIQUE





### 3.7.2 Eau souterraine

L'eau extraite de ce site est celle de la couche calcaire-argile de la série myocène en tant que base aquifère, ce qui est répandue entre 124 m et 155 m. La hauteur statique de l'eau est à 10,22 m. Selon les résultats de l'essai de pompage effectué lors de l'achèvement du forage du puits, le débit de pompage approprié est de 567 m<sup>3</sup>/jour. Avec un rabattement de 38,0 m, le niveau de pompage de l'eau serait 48,22 m.

### 3.7.3 Structure du forage

Le forage est à 13 m au-dessus du niveau de la mer. Comme l'indique la coupe transversale du forage dans la Fig. 3-18, un tubage de  $\phi$  250 mm est installé depuis la surface jusqu'à 103 m, un tubage de  $\phi$  100 mm entre 103 m et 128 m et une crépine  $\phi$  100 mm est placée entre 128 m et 152 m. La hauteur du tubage au-dessus du sol est de 0,95 m.

### 3.7.4 Qualité de l'eau

Sur ce site, des échantillons ont été prélevés depuis le forage du projet, ainsi que d'un puits dans le village. Les résultats de ces analyses sont indiqués au Tableau 3-18. Puisque l'aquifère du forage du projet consiste en une couche de calcaire, il fallait s'attendre à ce que la crudité de l'eau soit élevée. En réalité, la valeur obtenue était de 790 mg/l de CaCO<sub>3</sub>, ce qui est beaucoup plus élevé que les normes de qualité. En outre, la concentration des chlorures révèle une valeur quelque peu plus élevée que celles établies par l'OMS au Japon, mais qui sont conformes aux normes de la France et des Etats Unis. Une évaluation globale fait apparaître une qualité qui ne présentera vraisemblablement aucun problème.



Tableau 3-18  
Qualité de l'eau de Tionk Essil

	Forage	Puit
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	230	20
T-Fe (mg/l)	0,2	< 0,2
Mn <sup>++</sup> (mg/l)	0,1	< 0,1
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	155	10
T-Hardness (mg/l)	790	35
F <sup>-</sup> (mg/l)	0,5	0,15
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,4	< 0,4
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0,006	0,006
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	< 0,23	1,15
pH ( - )	8,3	5,7
M-Alc (mg/l)	20	5
Coli-bacille (N/ml)	0	30
Cond. 25°C (µS/cm)	1.500	62
Temp. de l'eau (°C)	29	22

## 3.8 Dialakoto

### 3.8.1 Généralités

#### 1) Situation

Dialakoto se situe dans la Région du Sénégal Oriental, par  $13^{\circ}48'$  de latitude au nord et  $13^{\circ}45'$  de longitude à l'ouest. En prenant la route pour Fongolembi à partir de Tambacounda, le chef-lieu de la région et un village près des confins de la Guinée, on aboutit à Dialakoto en allant vers le sud-est pendant environ 70km. La route goudronnée de Dakar à Tambacounda est longue d'à peu près 450 km. Le plan de ce site est représenté à la Fig. 3-19.

#### 2) Géographie

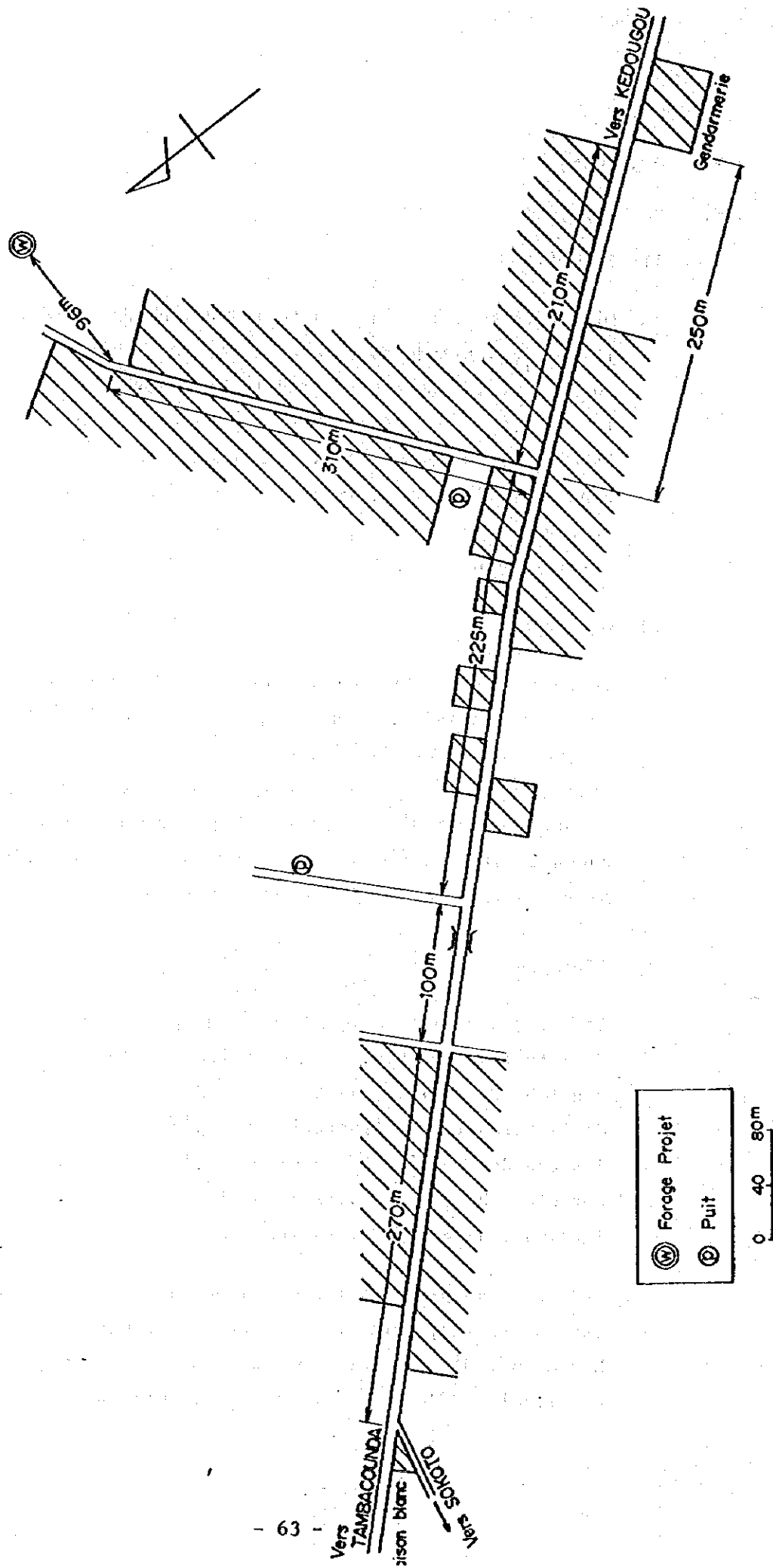
Cette zone consiste en un terrain accidenté à 40-45 m au-dessus du niveau de la mer. Sur le côté ouest du site, le Nieri Ko, affluent du fleuve Gambie, coule vers le sud-ouest. Dans le village même, il y a des petits ravins profonds de 1,5-2 m qui s'entrecroisent d'une manière complexe mais en général il n'y a aucun écoulement d'eau. Le fleuve Gambie et l'affluent Nieri Ko sont longés de falaises d'érosion hautes de 10-20 m.

#### 3) Géologie

La surface géologique de la région est entièrement recouverte de latérite contenant des gravillons bien compacte. Du sable argileux de couleur blanc-gris à jaune gris et des couches de grès de la formation continental terminal se trouvent bien visiblement le long des falaises d'érosion du fleuve Gambie et du Nieri Ko. Cette couche s'étend vers le NE  $40^{\circ}$ - $50^{\circ}$ , avec une légère inclinaison de  $3^{\circ}$ - $5^{\circ}$  vers le nord-ouest.

Le forage du projet est profond de 163 m et se situe au nord-est du village, mais les conditions géologiques sont incertaines. Néanmoins, d'après les données précitées ainsi que de par l'examen des falaises d'érosion le long du Gambie et du Nieri Ko, il est

Fig. 3-19 Plan du site  
DIALAKOTO



probable que le forage du projet se situe dans la formation Maestrichtien.

### 3.8.2 Eau souterraine

Etant donné que la colonne géologique du projet n'est pas disponible, la situation exacte de l'aquifère demeure inconnue mais il est cependant bien clair que la couche de sable de la continental terminal est aquifère. Puisque tous les forages du pays pompent les eaux de la couche de sable à proximité du fond du puits, il est probable que le forage de Dialakoto ait également une couche de sable formant une base aquifère fiable en-dessous de 120-130 m de profondeur.

Les résultats de l'essai de pompage effectué à la fin du forage du puits indiquent que le débit de pompage approprié serait de l'ordre de 633 m<sup>3</sup>/jour. Avec un rabattement de 46,87 m, le niveau de pompage de l'eau se situerait à 67,15 m.

### 3.8.3 Structure du forage

Le forage du projet se situe à 45 m au-dessus du niveau de la mer. A part le fait que le forage possède un tubage de  $\phi$  250 mm, la structure en-dessous est incertaine. Le tubage se dresse 0,69 m au-dessus du niveau du sol.

### 3.8.4 Qualité de l'eau

Les résultats des analyses de l'eau du forage à Dialakoto sont indiqués au Tableau 3-19. Une évaluation globale révèle que la qualité de l'eau ne présenterait aucun problème.

Tableau 3-19  
Qualité de l'eau de Dialakoto

		Résultats
Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	25
T-Fe	(mg/l)	0,25
Mn <sup>++</sup>	(mg/l)	< 0,1
Ca <sup>++</sup>	(mg/l)	220
T-Hardness	(mg/l)	525
F <sup>-</sup>	(mg/l)	0,5
NH <sub>3</sub> -N	(mg/l)	0,5
NO <sub>2</sub> -N	(mg/l)	< 0,006
NO <sub>3</sub> -N	(mg/l)	< 0,23
pH	( - )	8,1
M-Alc	(mg/l)	55
Coli-bacille	(N/ml)	9
Cond. 25°C	(µS/cm)	710
Temp. de l'eau	(°C)	31

### 3.9 Goumbayel

#### 3.9.1 Généralités

##### 1) Situation

Goumbayel est dans la Région du Sénégal Oriental, par 13°40' de latitude au nord et 13°10' de longitude à l'ouest. On atteint Goumbayel en prenant route non-goudronnée à partir de Tambacounda, se dirigeant pendant une soixantaine de kilomètres vers l'est. Le plan de site est représenté à la Fig. 3-20.

##### 2) Géographie

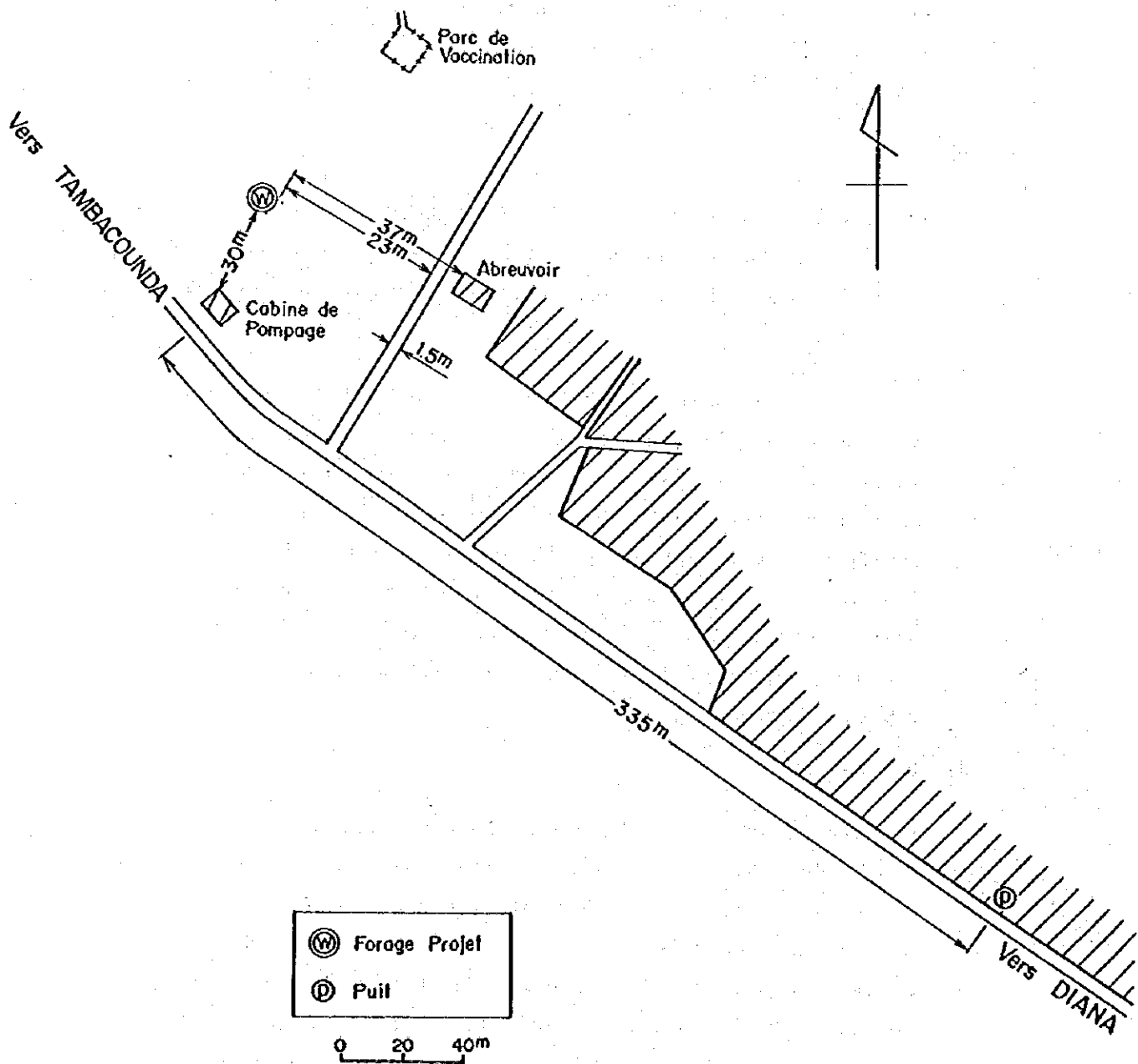
Le site est sur un terrain plat à 32-34 m au-dessus du niveau de la mer. La zone où se situe le forage est la plus élevée et le centre des zones habitées sont à 1,5 m plus bas que le niveau du forage.

Un affluent du Nieri Ko coule vers le sud-ouest à environ 4 km à l'ouest du village. Là où la route forme un croisement avec la rivière, la largeur du ravin est approximativement de 30 m et la différence de l'élévation est de 5-6 m. La distance coulée est cependant de 100 km et, lors de la saison des pluies, l'on assiste à des inondations importantes. L'eau ne coulait point pendant l'étude du site mais la présence d'une barque échouée au fond de la vallée témoignait de l'importance des crues.

##### 3) Géologie

La surface du sol est formée de latérite recouverte d'une mince couche de sable fin contenant de l'argile. On observe néanmoins l'apparition de couches de sable fin argileux de couleur grise à gris-jaune dans les falaises d'érosion du Nieri Ko. A partir de la colonne géologique prélevée du forage du projet, profond de 52,15 m, on constate la présence de latérite depuis la surface jusqu'à 9 m de profondeur, une couche de sable et d'argile multicolore se trouve entre 9 m et 22 m et du sable fin mélangé

Fig. 3-20 Plan du site  
GOUMBAYEL



à l'argile se répand de 22 m jusqu'au fond du puits à 52,15 m. La formation en-dessous de 9 m est vraisemblablement du type continental terminal. La colonne géologique est représentée à la Fig. 3-21.

### 3.9.2 Eau souterraine

L'aquifère de l'eau souterraine de cette région est sur la couche de sable de la formation continental terminal. Du fait que le forage du projet est pourvu d'une crépine installée entre 41,1 m et 51,15 m, la couche de sable fin et d'argile en-dessous de 42 m est considérée en tant qu'aquifère fiable. La hauteur statique de l'eau est à 14,45 m. Les résultats de l'essai de pompage effectué lors de la fin du forage du puits indiquent que le débit de pompage approprié serait de 560 m<sup>3</sup>/jour. Avec un rabattement de 5,1 m, le niveau de pompage de l'eau serait à 19,55 m.

### 3.9.3 Structure du forage

Le forage du projet se situe à 33 m au-dessus du niveau de la mer. Selon la section transversale représentée à la Fig. 3-22, le forage a été effectué en  $\phi$  400 mm jusqu'à 17 m de profondeur, en  $\phi$  312 mm entre 17 m et 29 m et en  $\phi$  300 mm depuis 29 m jusqu'au fond du puits à 52,15 m. La finition a été exécutée moyennant un tubage  $\phi$  150 mm jusqu'à 36,8 m un autre de  $\phi$  150 mm entre 36,8 m et 41,1 m et enfin une crépine  $\phi$  150 mm entre 41,1 m et 51,15 m. Le tubage s'élève jusqu'à 0,45 m au-dessus du sol.

### 3.9.4 Qualité de l'eau

Le Tableau 3-20 indique les résultats des analyses d'eau à partir d'échantillons prélevés du forage du projet, ainsi que d'un puits du village. L'eau était de bonne qualité dans les deux cas.



# GOMBAYEL

Fig. 3-21

## COUPE LITHOLOGIQUE

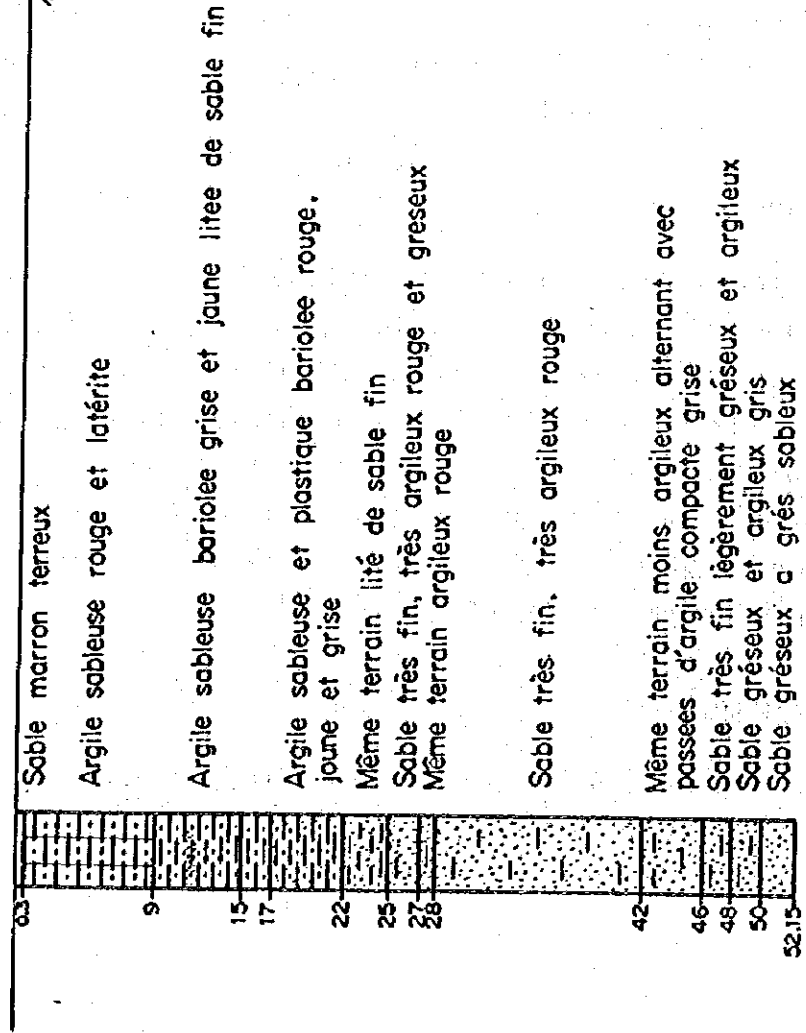


Fig. 3-22

## COUPE TECHNIQUE

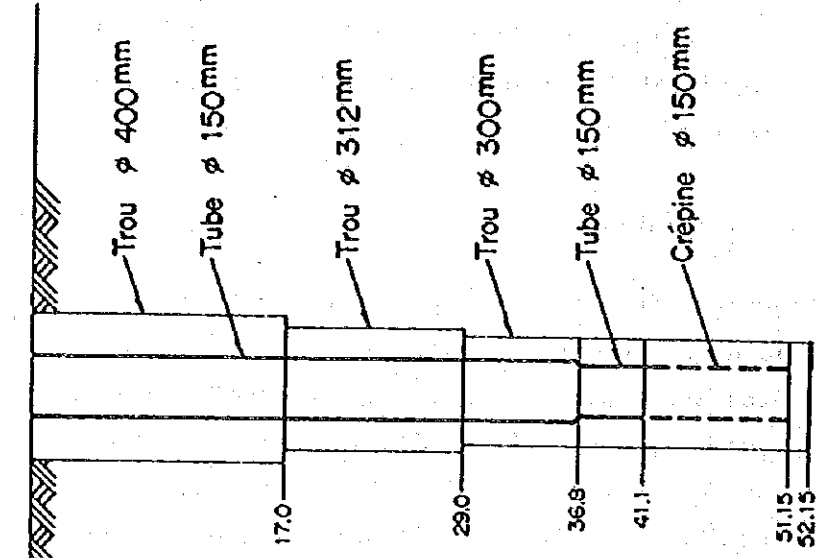


Tableau 3-20

## Qualité de l'eau de Goumbayel

		Forage	Puit
Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	35	25
T-Fe	(mg/l)	0,2	< 0,2
Mn <sup>++</sup>	(mg/l)	0,1	< 0,1
Ca <sup>++</sup>	(mg/l)	40	15
T-Hardness	(mg/l)	80	55
F <sup>-</sup>	(mg/l)	0,15	0,2
NH <sub>3</sub> -N	(mg/l)	0,6	< 0,4
NO <sub>2</sub> -N	(mg/l)	< 0,006	0,006
NO <sub>3</sub> -N	(mg/l)	< 0,23	1,10
pH	( - )	7,2	7,2
M-Alc	(mg/l)	30	5
Coli-bacille	(N/ml)	2	1
Cond. 25°C	(µS/cm)	530	50
Temp. de l'eau	(°C)	25	23

### 3.10 Malem Niani

#### 3.10.1 Généralités

##### 1) Situation

Malem Niani est dans la Région Sénégal Oriental, par  $13^{\circ}50'$  de latitude au nord et  $14^{\circ}15'$  de longitude à l'ouest. Le site est à 70 km à l'ouest de Tambacounda. Le plan du site de Malem Niani est représenté à la Fig. 3-23.

##### 2) Géographie

Le site est sur un terrain plat, à 45 m au-dessus du niveau de la mer, mais légèrement incliné vers le nord-ouest. A part la surface boisée, le terrain autour des habitations est consacré à l'exploitation agricole.

##### 3) Géologie

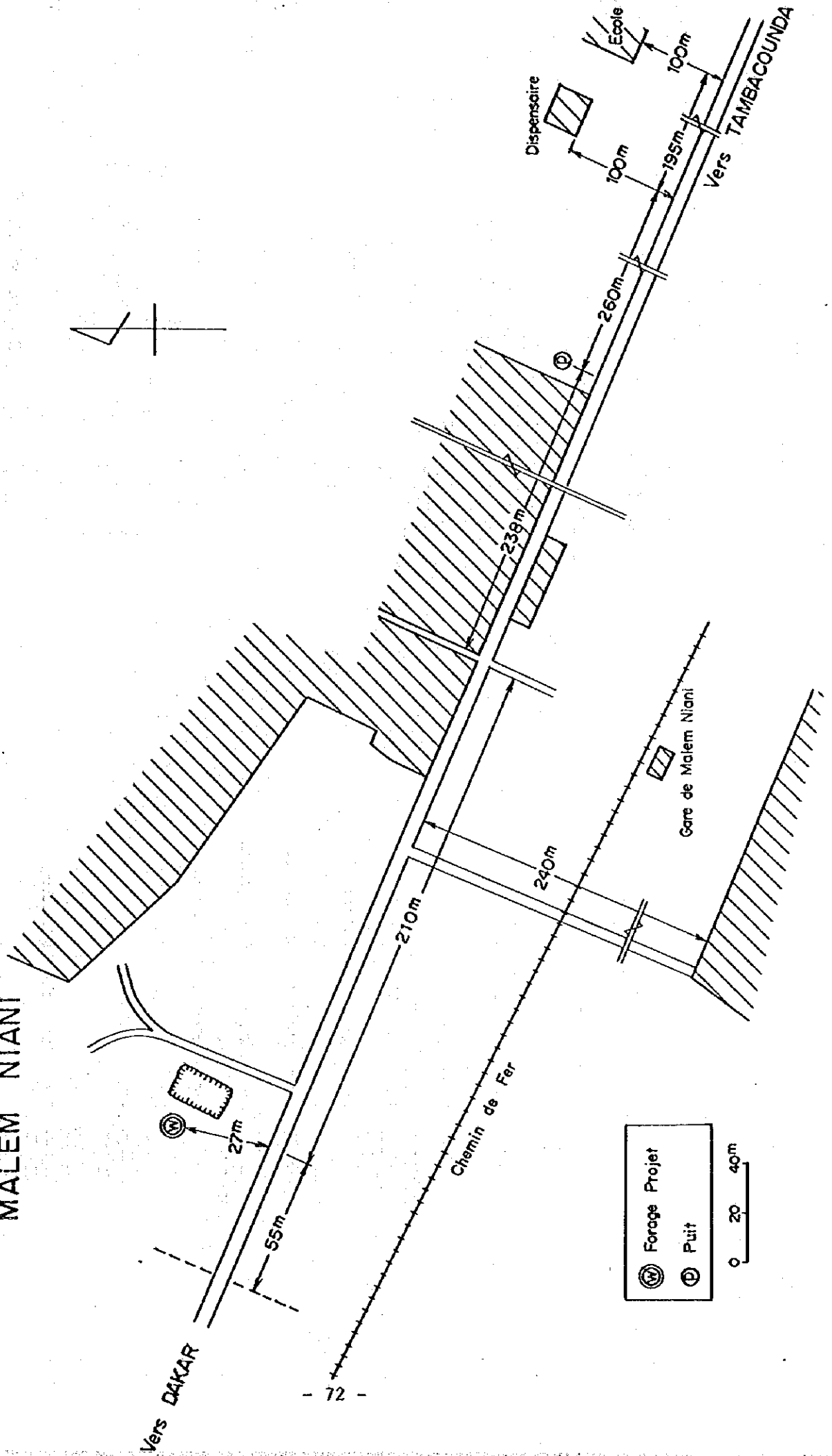
La surface consiste en latérite compacte contenant de la brèche, recouverte d'une mince couche de sable. La colonne géologique (voir à la Fig. 3-24) révèle de la latérite rouge-brune depuis la surface jusqu'à 10 m de profondeur et de l'argile mélangé au gravier latérite se rencontre entre 10 m et 21 m. En-dessous de 21 m, il existe une répartition de couche de la formation continental terminal en argile ou de sable à dominance argile. Les couches entre 115 m et 126 m contiennent un grand nombre de sables gris-clairs, à grain fin à moyen formant l'aquifère.

#### 3.10.2 Eau souterraine

L'aquifère exploité sur ce site est constituée par une couche de sable à grain fin à moyen rencontrée entre 115 m et 126 m, mais le niveau de l'eau est à 54 m. Les résultats de l'essai de pompage effectué lors de l'achèvement du forage indiquent que le débit de pompage convenable serait de  $1.440 \text{ m}^3/\text{jour}$ . Le niveau de pompage de l'eau serait à 57,8 m avec un rabattement de 3,8 m.

Fig. 3-23 Plan du site

# MALEM NIANI



# MALEM NIANI

Fig. 3-24

## COUPE LITHOLOGIQUE

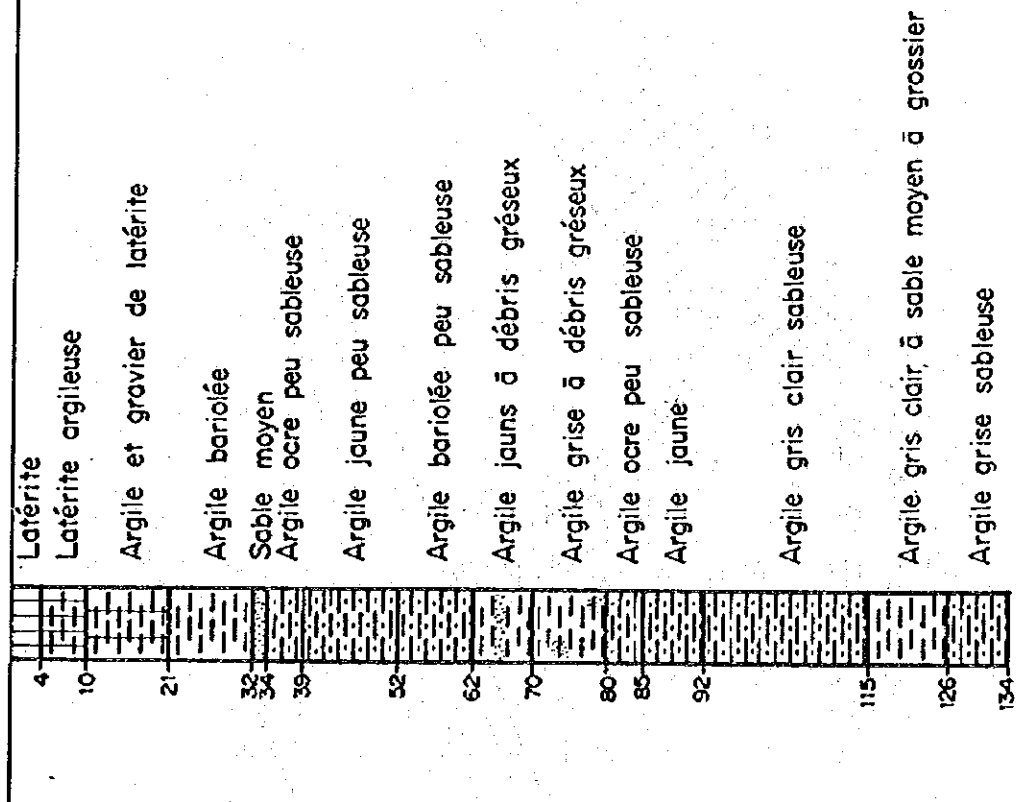
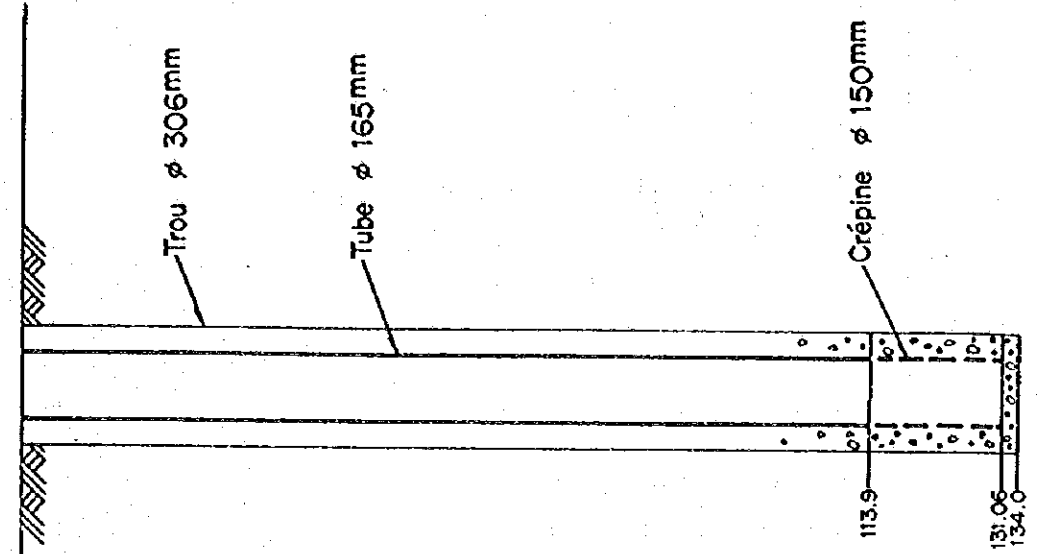


Fig. 3-25

## COUPE TECHNIQUE



### 3.10.3 Structure de forage

Le forage se situe à 45 m au-dessus du niveau de la mer. Selon le schéma en coupe transversale représentée à la Fig. 3-25, le puits a été foré en diamètre 306 mm. Un tubage de 165 mm a été installé jusqu'à 113,9 m de profondeur, et une crépine entre 113,9 m et 131,06 m. Le tubage s'élève à 0,1 m au-dessus du sol.

### 3.10.4 Qualité de l'eau

Le Tableau 3-21 présente les résultats des analyses d'échantillons d'eau prélevés du forage de Malem Niani. Une évaluation globale des résultats indique que la qualité de l'eau est bonne.

Tableau 3-21  
Qualité de l'eau de Malem Niani

		Résultats
Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	25
T-Fe	(mg/l)	< 0,2
Mn <sup>++</sup>	(mg/l)	0,1
Ca <sup>++</sup>	(mg/l)	25
T-Hardness	(mg/l)	50
F <sup>-</sup>	(mg/l)	0,15
NH <sub>3</sub> -N	(mg/l)	0,8
NO <sub>2</sub> -N	(mg/l)	< 0,006
NO <sub>3</sub> -N	(mg/l)	< 0,23
pH	( - )	7,6
M-Alc	(mg/l)	10
Coli-bacille	(N/ml)	7
Cond. 25°C	(µS/cm)	53
Temp. de l'eau	(°C)	31

### 3.11 Evaluation des sites

Les possibilités présentées par chaque site ont été étudiées en fonction des résultats de l'étude des sites. La conclusion en est rapporté au Tableau 3-22. C'est ainsi qu'il a été déterminé que Ndienna Lagane et Kabrousse ne pourront être mis en oeuvre dans le cadre du projet pour le présent, car la qualité de l'eau du premier est douteuse et parce-qu'il n'a pas été possible d'obtenir de données analysables sur le débit de pompage du second. Par conséquent, à l'exception de ces deux sites, les 7 restants sont ceux nécessitant une étude de projet de mise en oeuvre.



Tableau 3-22 Evaluation des sites étudiés

Région	Site	Qualité de l'eau		Installations déjà existantes	Accès	Type des installations		Résumé	Conclusion
		Débit* d'pompage	Fluor			Chlorure	Source à point		
Sine Saloum	Ndienna Lagane	o	Mauvaise	Nul	Bonne		o	La qualité de l'eau est douteuse.	Pas faisable
	Colobane	o	Bonne	Une cabine de machinerie avec un forage à motopompe et un château d'eau sont installés.	Bonne		o		Faisable
Casamance	Diacksao Saloum	o	Bonne	Forage-puit	Un peu difficile		o		Faisable
	Boukiling	o	Bonne	Nul	Bonne		o		Faisable
	Xabrousse	x	Bonne	Une cabine de machinerie avec le forage du projet, pourvu de motopompe, ainsi qu'un réservoir à petite capacité sont installés sur le site.	Bonne		o	L'infiltration d'eau saalee est à craindre puisque les résultats de l'essai de pompage ne sont pas disponibles.	Pas faisable
Sénégal Oriental	Tionk Essil	o	Bonne	Nul	Un peu difficile		o		Faisable
	Dialakoto	o	Bonne	Nul	Bonne		o		Faisable
	Coumbayel	o	Bonne	Une pompe abandonnée dans le forage du projet.	Difficile		o	Accuse des crues, l'accessibilité est difficile lors de la saison des pluies entre les mois de juin et octobre.	Faisable
	Malém Niani	o	Bonne	Nul	Bonne		o		Faisable

\*o Conformé au débit d'alimentation en eau projeté.

x N'est pas conformé au débit d'alimentation en eau projeté.

## **CHAPITRE 4**

### **DESCRIPTION DU PROJET**



## CHAPITRE 4

### DESCRIPTION DU PROJET

#### 4.1 Objectif

Dans le cadre des activités relatives à l'alimentation en eau, administrées directement par la DHUR, l'objectif de ce projet est de construire des installations d'alimentation en eau rurale telles que des unités de pompage motorisé, bâtiments des machines, réservoirs d'eau, des installations de distribution et les tuyauteries relatives, sur 7 sites dans 3 régions, en se servant des puits existants comme sources d'eau.

En plus, de l'équipement et du matériel requis pour l'exploitation et l'entretien des installations seront fournis.

#### 4.2 Composants du projet

Ce projet comprend deux composants principaux. Premièrement, dans le cadre du programme d'aide, le Gouvernement Japonais:

- Installera des systèmes d'alimentation en eau rurale, en se servant des forages existants comme sources d'eau, sur 7 sites dans 3 régions.
- Fournira de l'équipement et du matériel nécessaires à l'exploitation et l'entretien de ces installations d'alimentation en eau, et proposera un programme de formation professionnelle pour des stagiaires Sénégalais choisis pour l'exploitation et l'entretien requis.
- Donnera des services de Consultant par rapport à la réalisation du projet.

Deuxièmement, la Gouvernement Sénégalais:

- Effectuera des tâches administratives telles que l'obtention du terrain, l'exonération des impôts, le dédouanement rapide, la fourniture de données, etc. pour la réalisation du projet.
- Après l'accomplissement de la construction des installations, pour en assurer une exploitation efficace, préparera un système d'exploitation et d'entretien, y compris le recrutement du personnel, la préparation du budget, etc.

La conception de la réalisation des 7 sites du projet sera conforme aux critères de la DHUR. A cet égard, une période d'exploitation du projet de 10 ans, jusqu'à l'année 1992, et un taux de fourniture à ce terme de 40 %/per/jour ont été adoptés. La population-bénéficiaire sera d'environ 20.000 habitants et d'environ 32.000 animaux domestiques. Le projet précédant donné par le Gouvernement Japonais a réalisé des systèmes de "source à point" du fait que des villages étaient relativement petits.

Par contre, le présent projet consiste en des sites du "type à quartiers" où de petits villages sont dispersés et la distance d'approvisionnement en eau est longue, et de systèmes du type à "semi-urbain" où des sites ont des possibilités pour l'urbanisation avec des villages relativement grande et la distance d'approvisionnement en eau est longue. Par conséquent, les systèmes ont été conçus conformément à la tendance vers des installations de plus grande échelle, telles que des unités de pompage, réservoirs d'eau et tuyauteries.

## 4.3 Conception de base

### 4.3.1 Généralités

#### 1) Echelle du site

La grandeur, le modèle et d'autres aspects des sites diffèrent en fonction de la population, l'étendue du terrain, des infrastructures sociales et d'autres facteurs.

Pour ce projet, les sites peuvent être classifiés en 3 types différents: source à point, type à quartiers et semi-urbain. Les facteurs de l'échelle pour chaque site sont énumérés dans le Tableau 4-1. En tant que des systèmes fondamentaux d'alimentation en eau, les 3 types mentionnés ci-dessus sont décrits en formes de schéma de principe dans Fig. 4-1.

Chaque site possède ses propres spécifications et dimensions des installations, toutefois, la composition générale du système consiste pour tous les sites, en l'installation de pompage, le bâtiment des machines, le réservoir d'eau (soit du type à la terre soit du type élevé), les unités de fourniture (bornes fontaines et abreuvoirs), la tuyauterie et les installations accessoires.

#### 2) Source d'eau

Les niveaux d'eau de pompage appropriés pour les forages existants à utiliser comme sources d'eau pour le projet, ont été déterminés sur la base de l'analyse de l'enquête hydrogéologique pour chaque site et des données de l'essai de pompage. (Tableau 4-2.)

#### 3) Débit de calcul

Tenant compte d'une période d'exploitation du projet de 10 ans jusqu'en 1992, l'on a fixé un taux de fourniture de 40 l/per/jour pour des habitants et un taux de 30 l/tête/jour pour le cheptel.

Tableau 4-1

Designation de l'échelle du site

Site	Accès		Mairie	Ecole	Dispensaire	Cendarmes	Bureau des télécommunications	Ville environnante	etc.	Type des installations		
	Route bitumée	Piste Utilisable par la auto								Point à source	Point à Quartiers	Semi-urbain
Colobane	o		o	o	o		o	o	CER			o
Diacksoo Saloum		o								o		
Boukiling	o		o	o	o			o	CER		o	
Tionk Essil		o		o	o							o
Dialakoto	o			o	o			o	SODE-FITEX		o	
Goumbayel		o								o		
Malem Niani	o			o	o			o	Gare		o	

Fig. 4-1 Schéma de la disposition des installation d'alimentation en eau

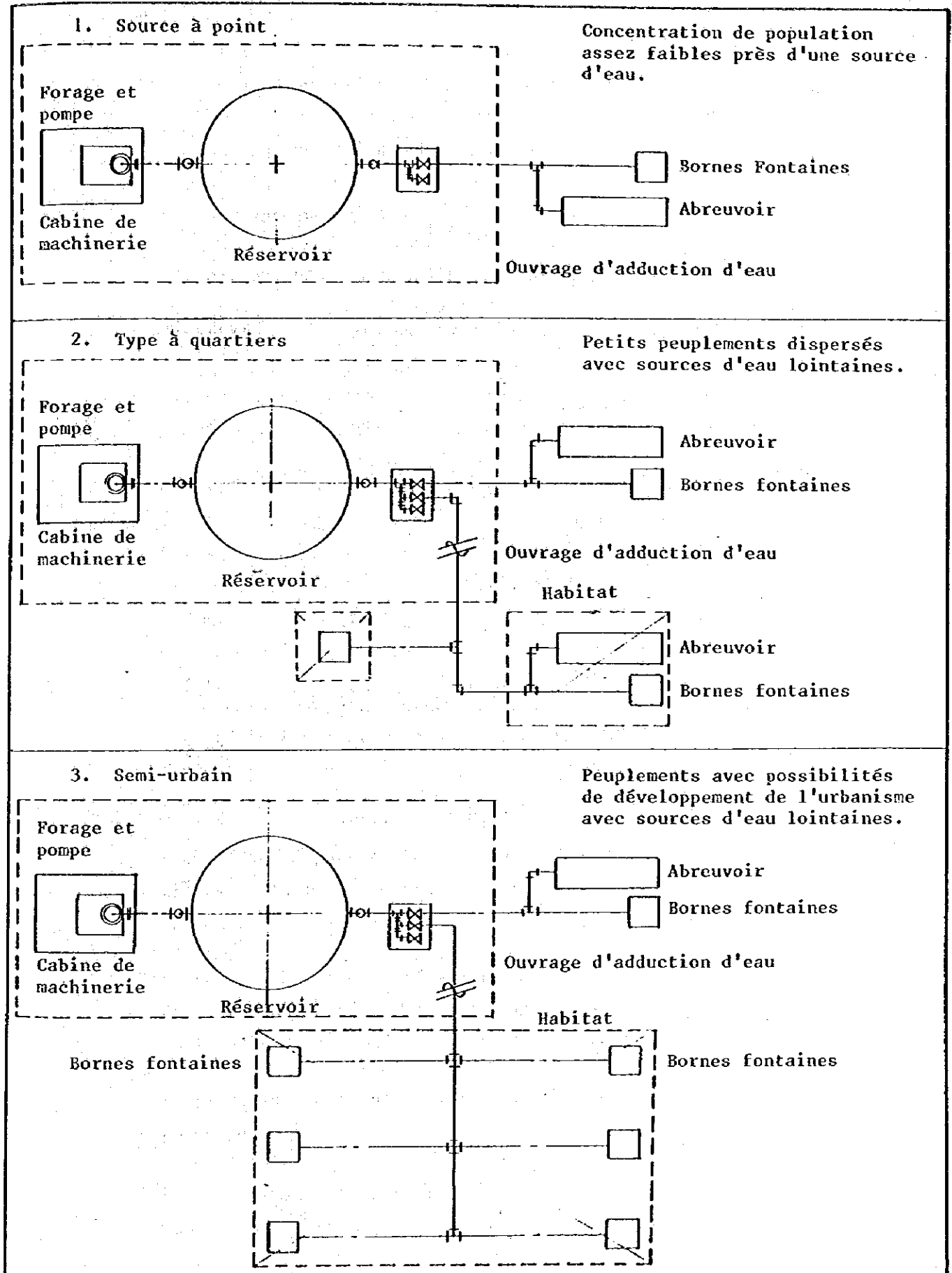




Tableau 4-2

Débit et niveau de pompage de l'eau des forage du projet

Site	Débit de pompage		Niveau de pompage (m)
	(m <sup>3</sup> /heure)	(m <sup>3</sup> /jour)	
Colobane	26,8	644	28,0
Diacksao Saloum	28,7	688	47,6
Boukiling	41,7	1.000	21,5
Tionk Essil	24,0	576	48,2
Dialakoto	26,4	633	67,2
Goumbayel	23,3	560	19,6
Malem Niani	60,0	1.440	57,8

Le débit de calcul pour chaque site est présenté au Tableau 4-3. Ces taux de fourniture satisfont les taux de pompage des forages du projet pour chaque site. Pour certains sites, vu le rapport entre le taux de fourniture et le taux de pompage, le temps de pompage serait relativement long; il serait donc nécessaire de considérer l'expansion de la source d'eau.

#### 4.3.2 Conception des installations

Comme mentionné plus haut, les installations d'alimentation en eau pour ce projet sont classifiées en 3 types, mais le principe de base est le même.

En se servant des forages existants comme sources d'eau le système de base comprend une unité de pompage qui comporte des sous-unités telle que la pompe du forage, groupe électrogène à diesel et les dispositifs de commande; un bâtiment de machinerie pour faire fonctionner l'unité de pompage; un réservoir d'eau qui reçoit de l'eau; des bornes fontaines; des abreuvoirs et des canalisations.

En se basant sur les critères de la DHUR et en tenant compte des caractéristiques propres de chaque site, telles que la production du forage, la grandeur du site, le modèle du site et la topographie, les spécifications pour chaque site seront différentes.

L'unité de pompage et le réservoir d'eau dépendent des caractéristiques de la source d'eau, du débit, du calcul et du système des tuyaux de distribution.

La sélection entre le réservoir au sol et le chateau d'eau dépend de l'étendue du site, c'est à dire, la différence des niveaux et la longueur de la tuyaterie jusqu'aux points de distribution requis.

En plus, le nombre et la sélection des sites des bornes fontaines et des abreuvoirs dépendent de la répartition des habitants et du cheptel, ainsi que des conditions topographiques. Les installations à réaliser dans ce projet sont des systèmes qui permettront l'utilisation aux habitants dès la mise en service, avec la possibilité de

Tableau 4-3

Débit d'alimentation en eau projeté

Site	(m <sup>3</sup> /jour)		Total
	Habitante	Betail	
Colobane	160	110	270
Diacksao Saloum	30	140	170
Boukiling	60	40	100
Tionk Essil	400	70	470
Dialakoto	60	150	210
Goumbayel	30	190	220
Malem Niani	40	270	310
<b>T O T A L</b>	<b>780</b>	<b>970</b>	<b>1,750</b>

les aggrandir au besoin à l'avenir.

Toutefois, tenant compte des plans d'extension des installations à mettre en oeuvre dans l'avenir avec le budget propre de la DHUR, le dimensionnement des tuyaux, branchements, vannes, etc., a également été compris dans la conception. (Tableau 4-4 liste de équipement pour les sites.)

A l'heure actuelle, DHUR ne javellise pas l'eau rurale d'alimentation. Le production d'eau dans chaque site du projet étant assurée par forages, il y a peu de chance qu'elle soit contaminée à la surface du terrain. Considérant ces raisons entre autres, des installations de javellisation ne sont pas prévues pour le projet.

#### 4.3.3 Equipement pour l'exploitation et l'entretien

Les machines et l'équipement nécessaires pour l'exploitation et l'entretien de ce projet peuvent globalement être divisés en 3 groupes.

Le premier groupe comporte des sous-unités de remplacement telles que les pompes de forage, groupes électrogènes à diesel et les dispositifs de commande, qui forment l'unité de pompage, ainsi que les pièces de rechange et d'autres machines et équipement ayant un rapport direct avec le projet.

Le deuxième groupe consiste en véhicules pour l'opération spéciale et pour l'alimentation en eau, et en outillage divers. Ceux-ci pourraient être utilisés non seulement pour ce projet, mais aussi pour des ouvrages d'alimentation en eau rurale au Sénégal en général. Ceux-ci pourraient être utilisés pour la réparation, le remplacement, l'installation et l'entretien à effecteur pour des installations et des forages.

Le troisième groupe consiste en matériel relatif à la tuyauterie, tels que les vannes et les pipelines nécessaires pour la réparation, l'extension et la modification des réseaux, ainsi que toutes autres demandes de l'DHUR, relatives à la maintenance du projet, moyennant l'accord des autorités Japonaises.

Tableau 4-4

Liste de équipement pour les sites

Région	Site	Groupe electropompe immergeable	Groupe electrogene au sol	Réservoir Chateau d'eau	Cabine de machinerie	Bornes fontaines	Abreuvoir	Conduite
Sine Saloum	Colobane	1	1	1	1	E + N	E + N	SU
	Diacksao Saloum	1	1	1	1	N	E + N	SP
Casamance	Boukiling	1	1	1	1	N	N	TQ
	Tionk Essil	1	1	1	1	N	N	SU
Sénégal Oriental	Dialakoto	1	1	1	1	N	N	TQ
	Goumbayel	1	1	1	1	N	E + N	SP
	Malem Niani	1	1	1	1	N	N	TQ
Total		7	7	3	7	E + N N	E + N N	SP x 2 TQ x 3 SU x 2

E: existant  
N: nouveau

SP: source à point  
TQ: type à quartiers  
SU: semi-urbain