

3.2 Conditions naturelles

3.2.1 Géographie et morphologie

La République du Sénégal se compose principalement d'une cuvette plane d'une altitude de moins de 100 m ondulée vers l'Océan atlantique à l'Ouest; dans la région de Tambacounda au Sud-Est, il y a une zone de collines de 200-400 m d'altitude, et il y a de nombreuses vallées sculptées. Aux environs de la capitale, Dakar, des volcans actifs du tertiaire au quaternaire forment des collines basaltiques de 40 à 50 m d'altitude. Le fleuve Sénégal, et les rivières Saloum, Gambie et Casamance s'écoulent toutes vers l'Ouest dans le Nord, le centre et le Sud du pays, et des zones alluviales se sont formées dans leurs bassins. L'eau de mer pénètre dans la zone alluviale basse de la rivière qui est plane, et des marais salants permettent la fabrication du sel. Les eaux souterraines sont salines et donc impropres à la consommation, et un projet de dessalement est à l'étude. D'autre part, on cultive le riz dans le bassin des rivières Gambie et Casamance. Les autres rivières de l'intérieur du pays sont complètement à sec durant la saison sèche. Ces terrains étant sablonneux, on y cultive principalement l'arachide; cette culture a subi de gros dommages durant la sécheresse des années 1980 parce que ces terrains n'étaient pas arrosés. En dehors du lac Guiers, il y a quelques autres lacs le long de la côté Nord-Sud; le lac de Guiers, le plus grand lac du Sénégal, est une source d'eau importante pour la ville de Dakar. La Figure 3-1 montre une carte physique de la République du Sénégal, le Tableau 3-9 l'altitude des sites et la Figure 3-2 les voies d'accès.

Tableau 3-9 Altitude des sites

Nom du site	Altitude (m)
1. MBEGUE	40
2. DAROU SALAM NIORO	36
3. BAKHAYA	37
4. DIAO INSACOUNDA	2
5. NGOKI	38
6. SAMEKOUTA PEULH	14
7. SINTHIOU DEMBA DEME	24
8. KALBIRON	26
9. DEDJI	40
10. BOUTOUCOU FARA	98
11. GOUDIRY	59

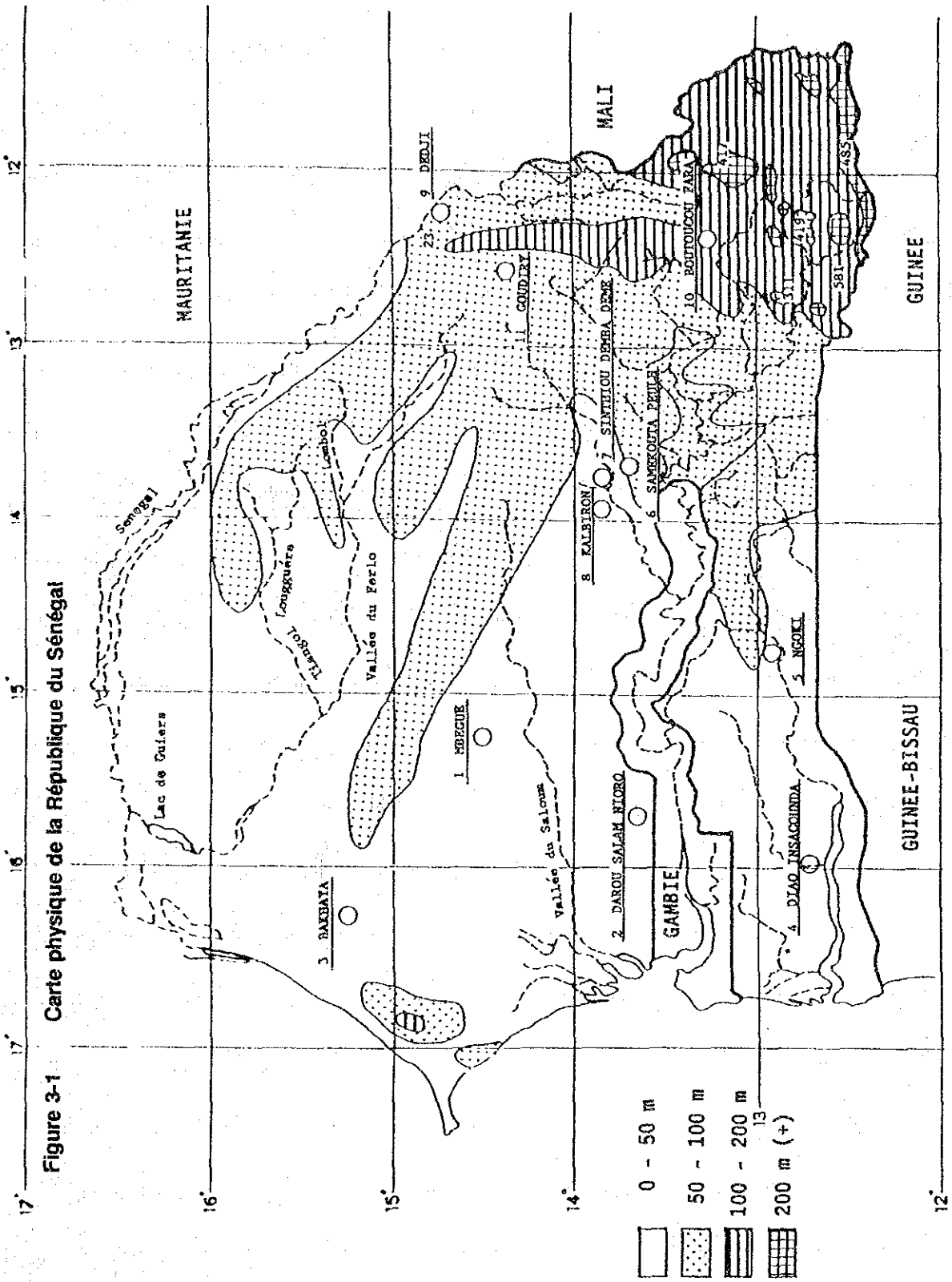


Figure 3-2 Schéma des voies d'accès (a)

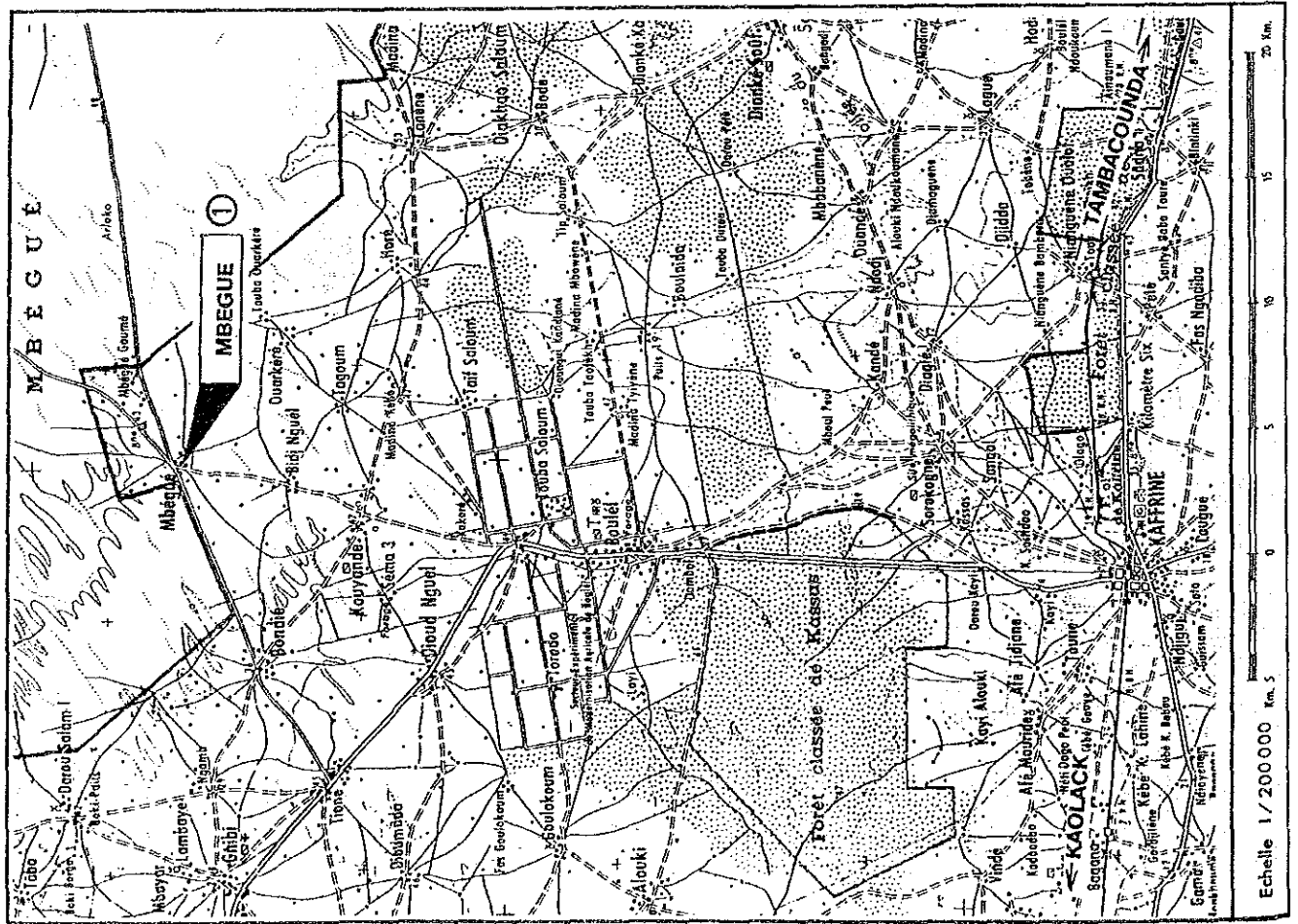


Figure 3-2 Schéma des voies d'accès (b)

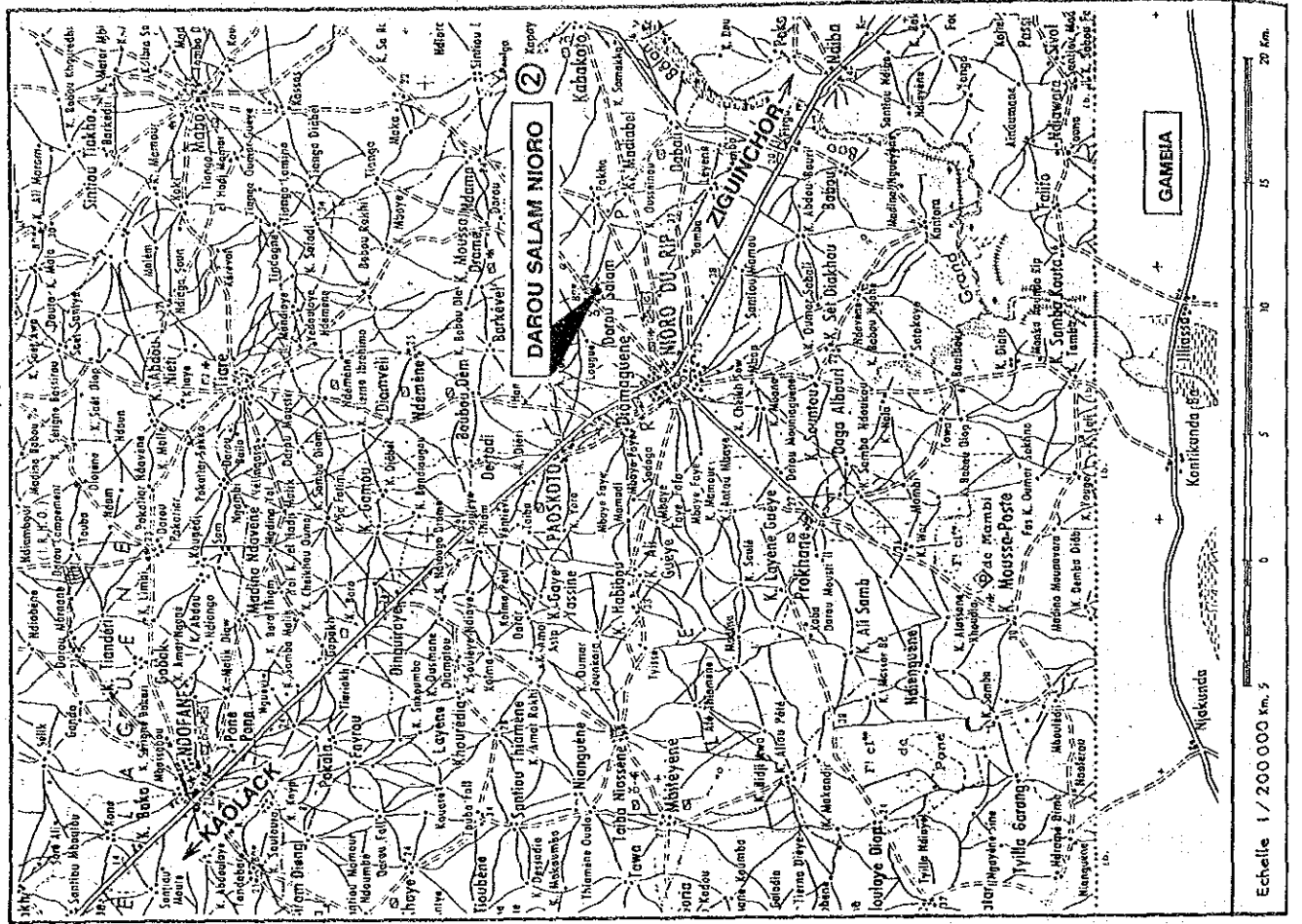


Figure 3-2 Schéma des voies d'accès (c)

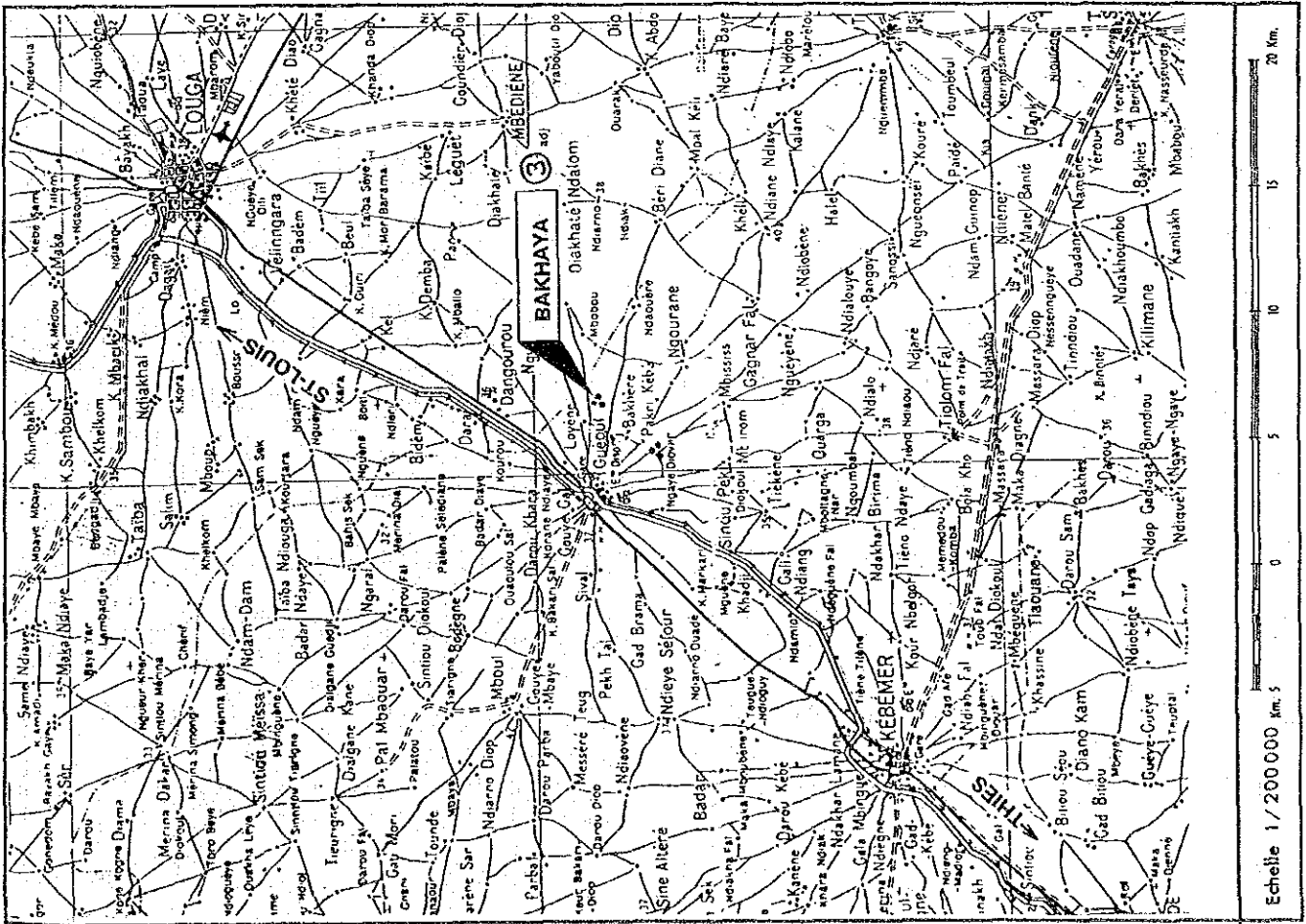


Figure 3-2 Schéma des voies d'accès (d)

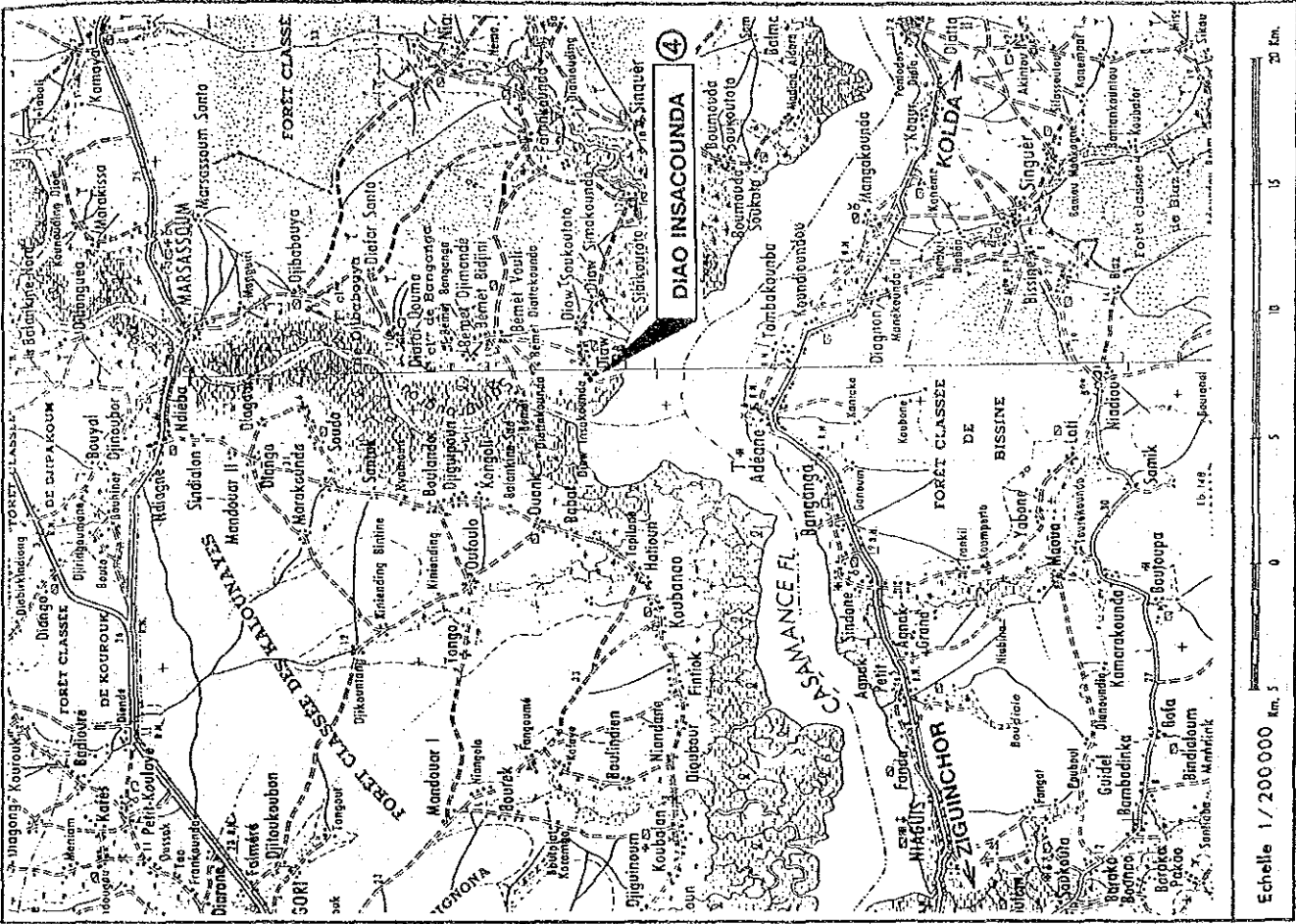


Figure 3-2 Schéma des voies d'accès (e)

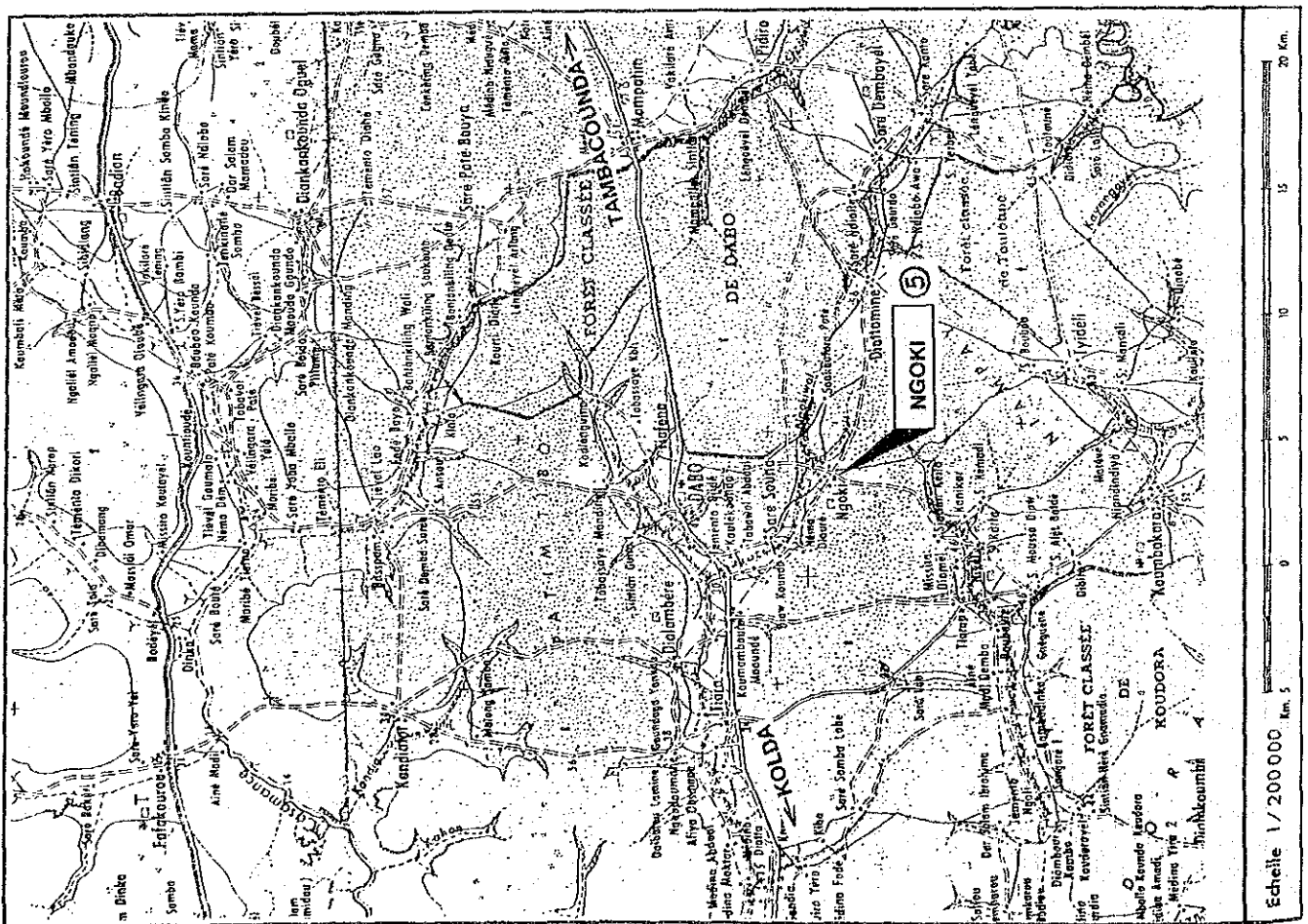


Figure 3-2 Schéma des voies d'accès (f)

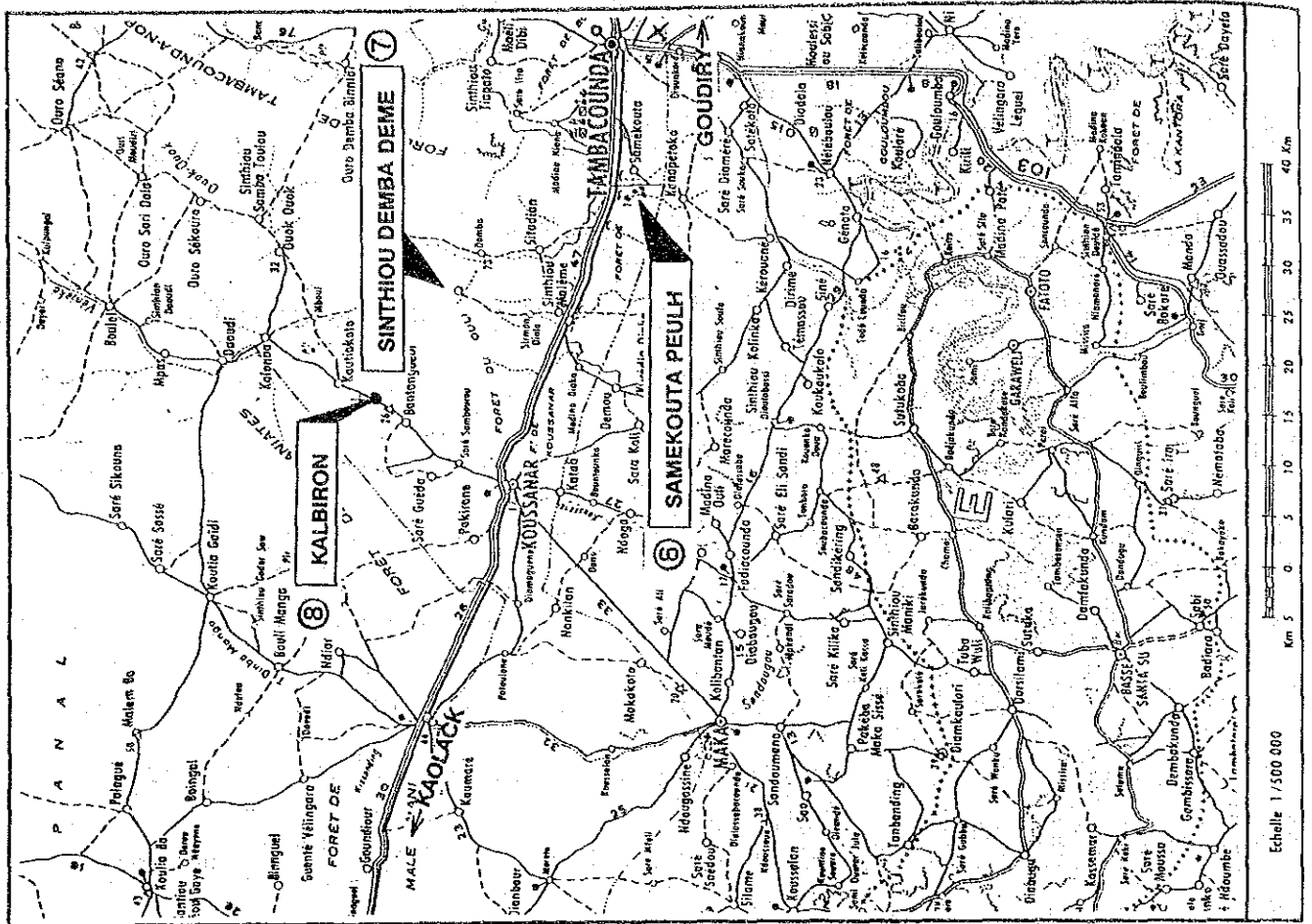


Figure 3-2 Schéma des voies d'accès (g)

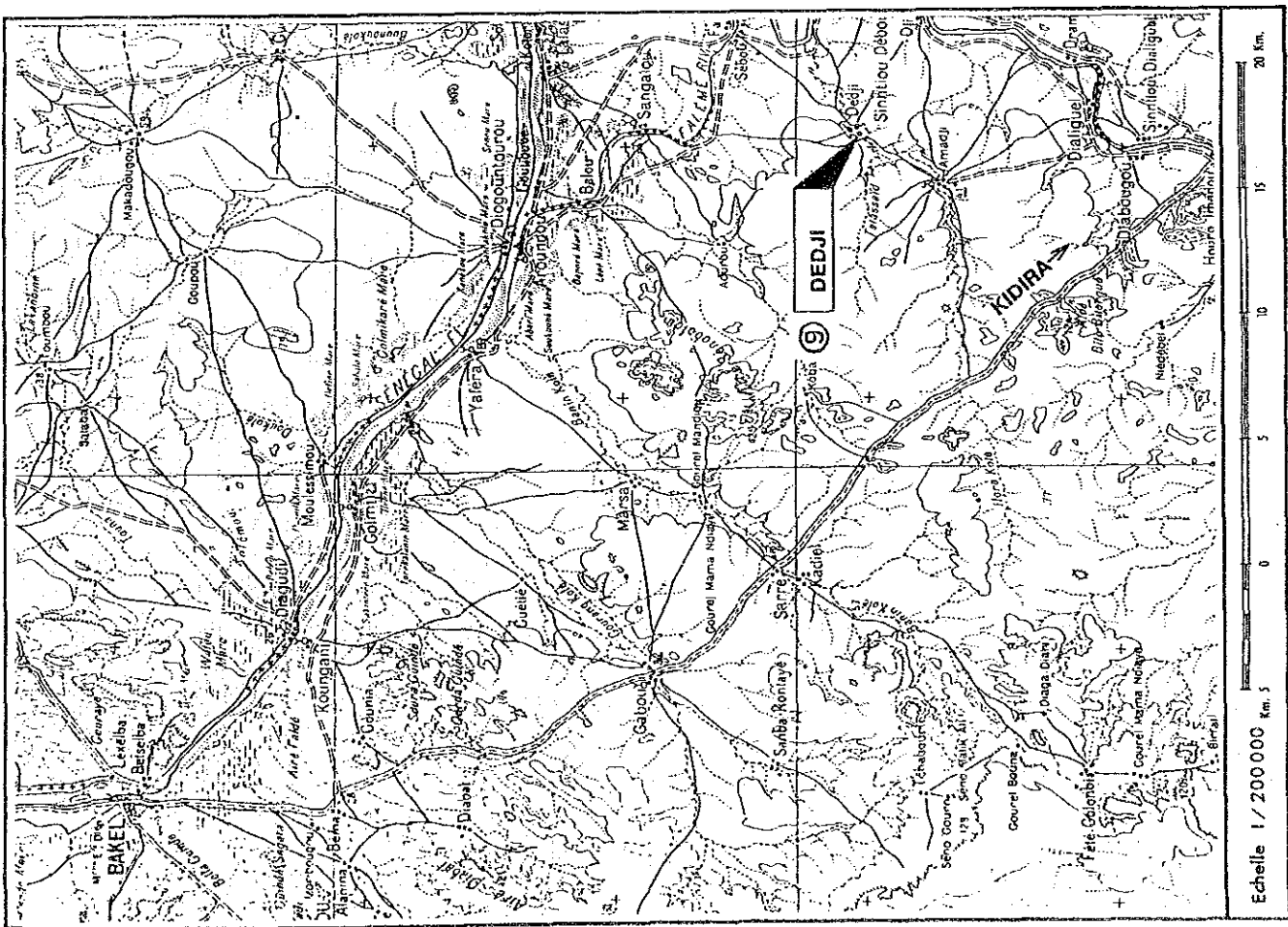
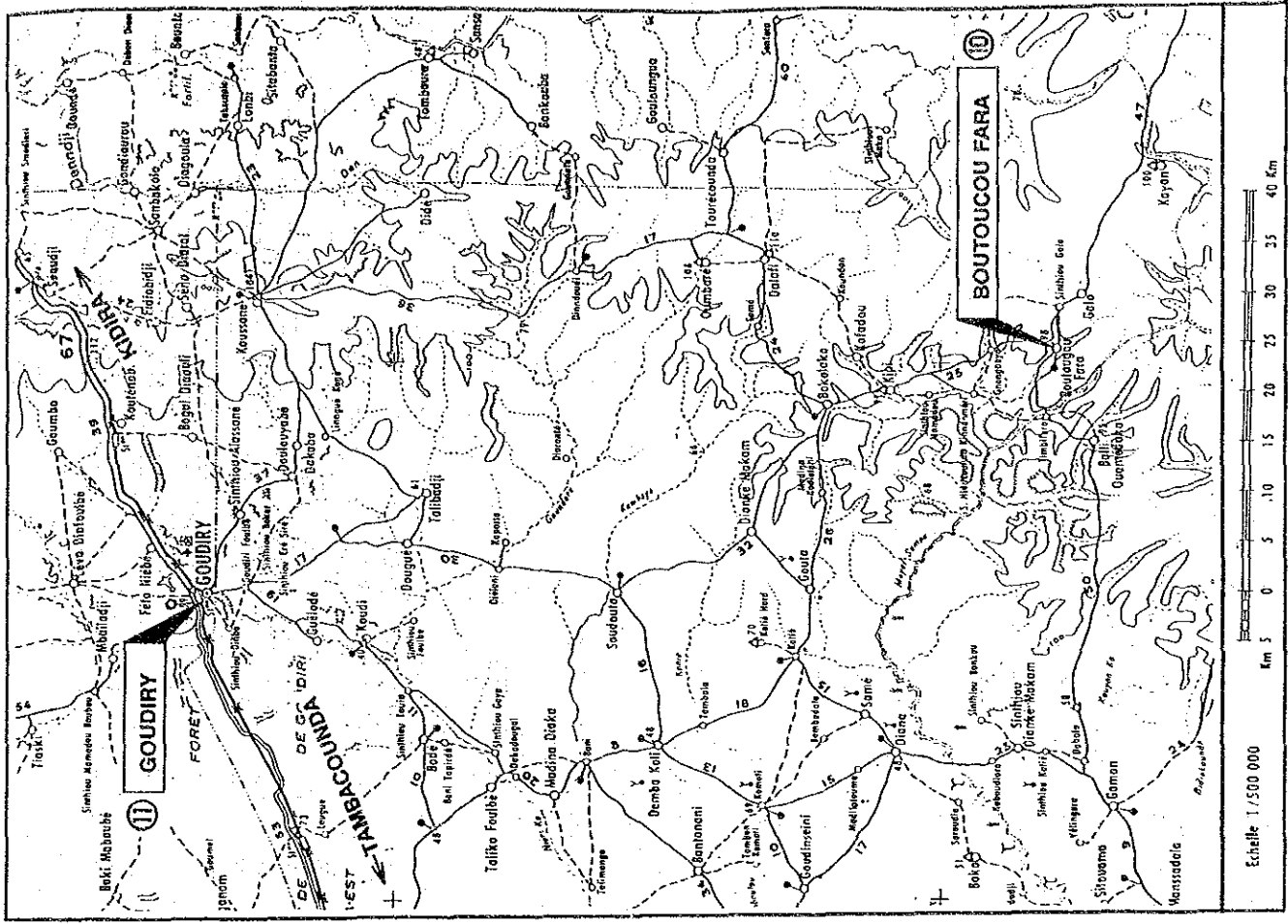


Figure 3-2 Schéma des voies d'accès (h)



3.2.2 Climat

Le Sénégal se trouve à l'extrême ouest du Sahel dans la zone tropicale aride. Il y a deux saisons: la saison des pluies de juin à octobre et la saison sèche de novembre à mai. Les précipitations annuelles moyennes augmentent régulièrement en traversant chaque parallèle, du Nord vers le Sud; les précipitations sont de 200 mm à l'extrême Nord et de 1600 mm à l'extrême Sud, et 80% des pluies sont concentrées durant la saison des pluies. La température annuelle moyenne augmente à mesure qu'on avance vers l'Est: elle est de 24°C à l'extrême Ouest et de 29°C à l'extrême Est. Le volume d'évaporation annuel moyen est maximal dans la région de Linguère au centre du pays avec 4200 mm par an, et minimal le long de la côte Atlantique. On a observé un nombre moyen d'heures d'ensoleillement annuel de 7 heures par jour à Casamance dans le Sud et de plus de 8 heures par jour au Nord du fleuve Gambie. Il existe peu de données sur la vitesse du vent, mais à Kolda en mai, le vent saisonnier maximum est de 40 m/sec. et à Tambacounda de 41 m/sec. en juin. La Figure 3-3 indique l'emplacement des différentes stations d'observation météorologiques par rapport aux sites, et les Figures 3-4 à 3-8 représentent les graphes des variations mensuelles des données observées.

3.3 Environnement social

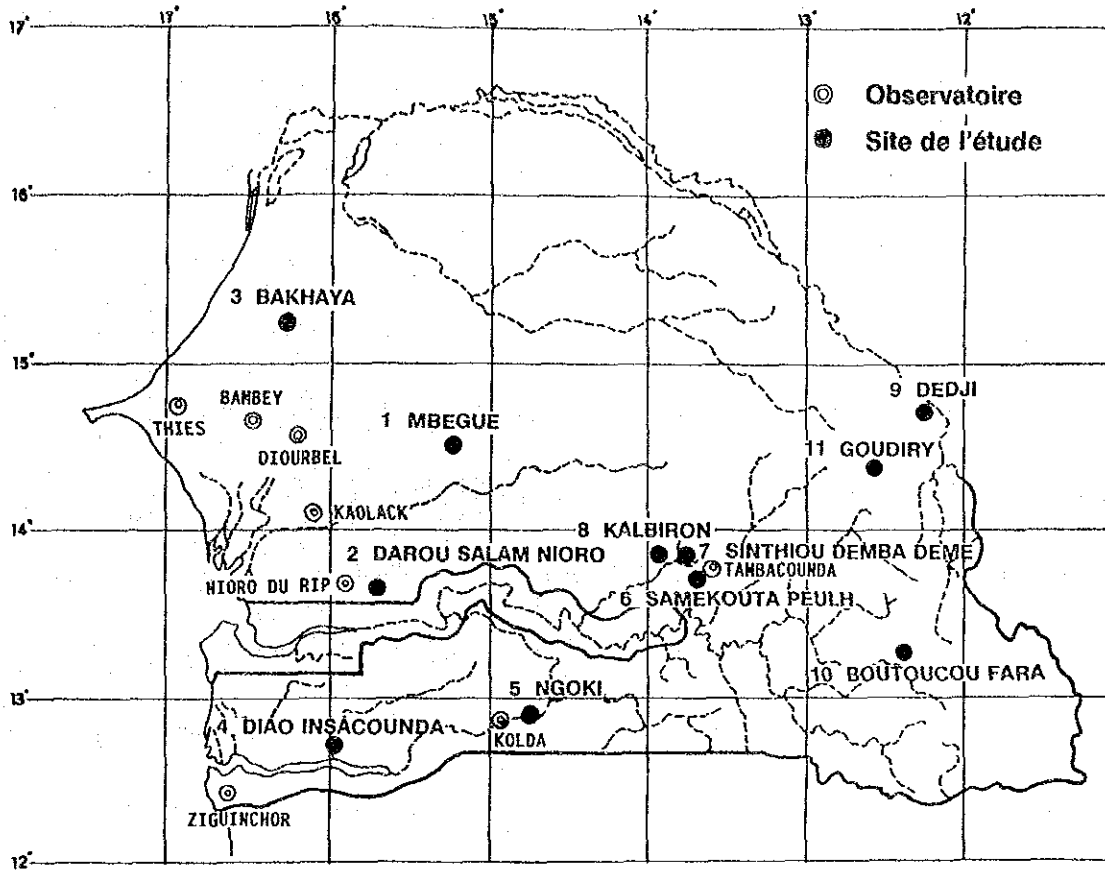
3.3.1 Infrastructure de base

Les routes de la zone du projet sont en latérite ou sable-terre, elles ne sont pas recouvertes d'asphalte.

Un site (Goudiry) est fourni en électricité par un groupe électrogène diesel de la SENELEC, mais pendant un temps limité, l'installation est vieille et de faible capacité. Les 10 autres sites ne sont pas électrifiés.

Aucun des sites de l'étude ne possède d'installations de communication comme le téléphone, d'installations d'adduction d'eau et d'égout, ni d'autre installation d'alimentation en énergie.

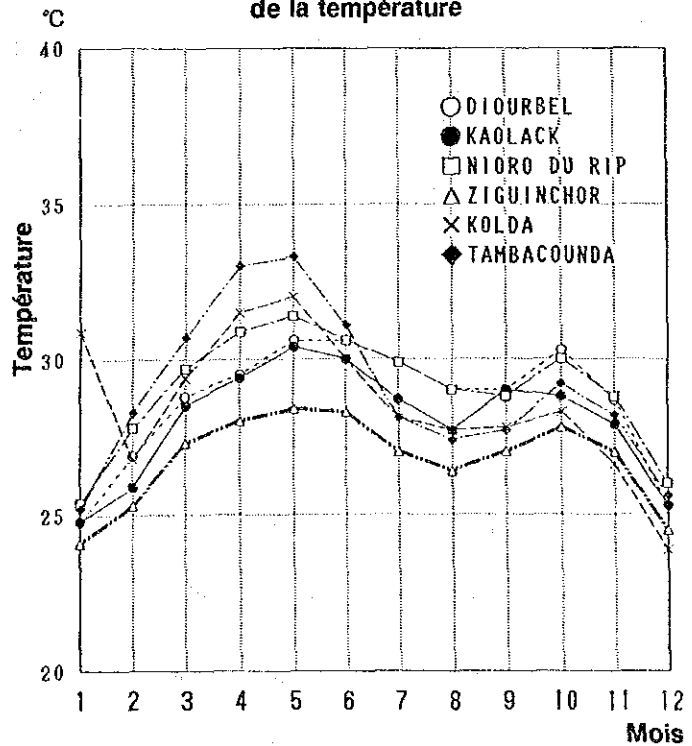
Figure 3-3 Emplacement des stations d'observation météorologique

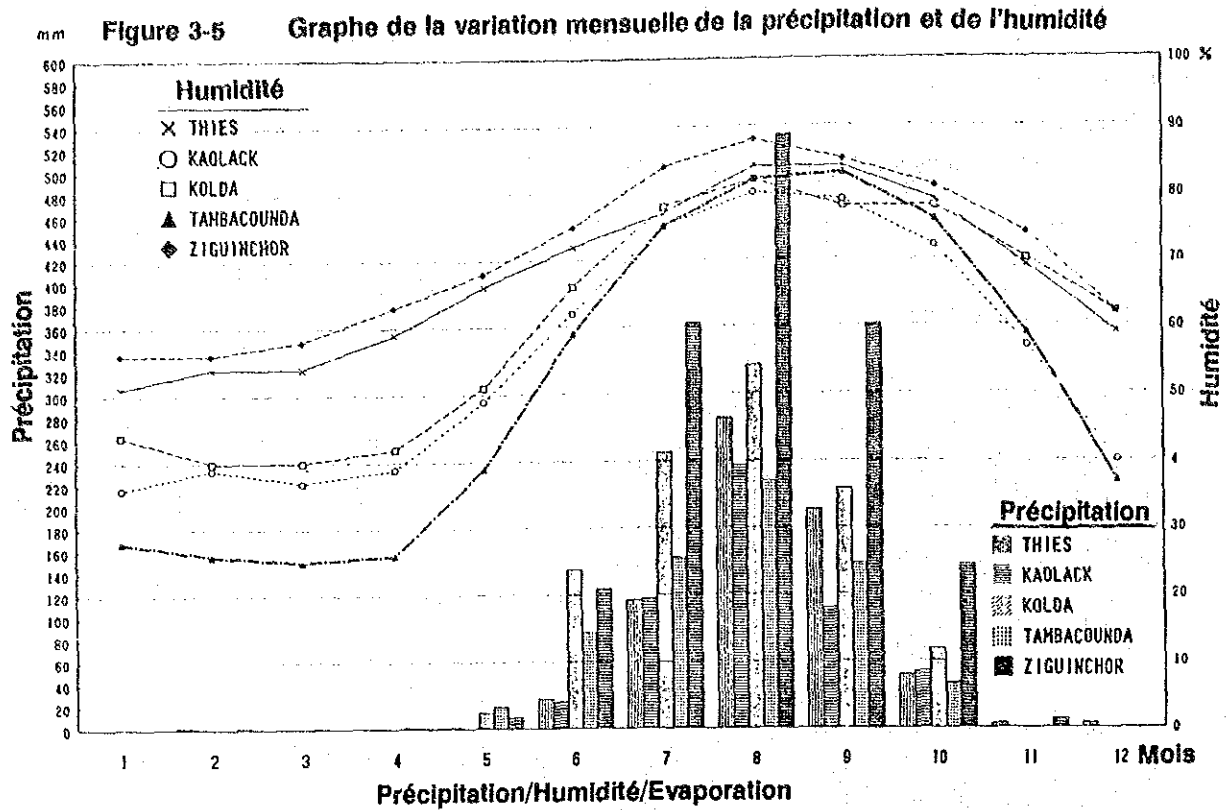


Température

Observatoire	Site de l'étude
KAOLACK	① MBEGUE
NIOURO DU RIP	② DAROU SALAM NIOURO
DIOURBEL	③ BAKHAYA
ZIGUINCHOR	④ DIAO INSACOUNDA
KOLDA	⑤ NGOKI
TAMBACOUNDA	⑥ SAMEKOUTA PEULH
	⑦ SINTHIOU DEMBA DEME
	⑧ KALBIRON
	⑨ DEDJI
	⑩ BOUTOUCOU FARA
	⑪ GOUDIRY

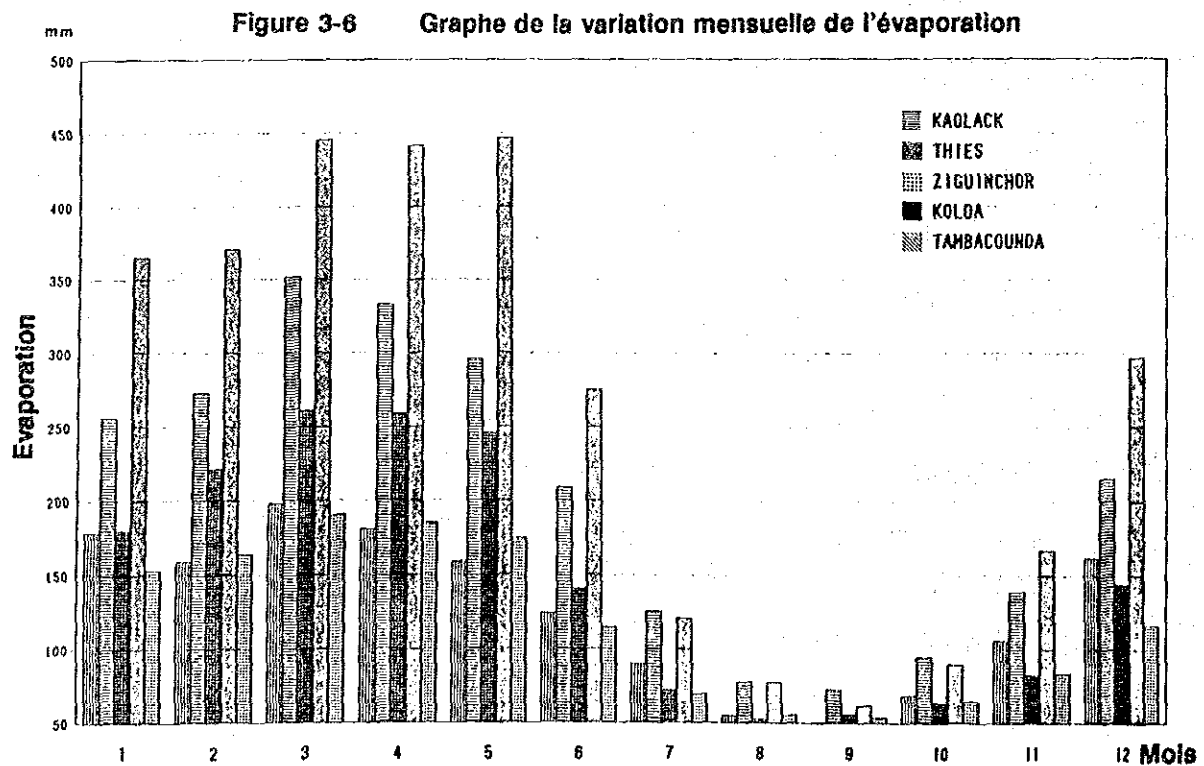
Figure 3-4 Graphe de la variation mensuelle de la température





Précipitation/Humidité/Evaporation

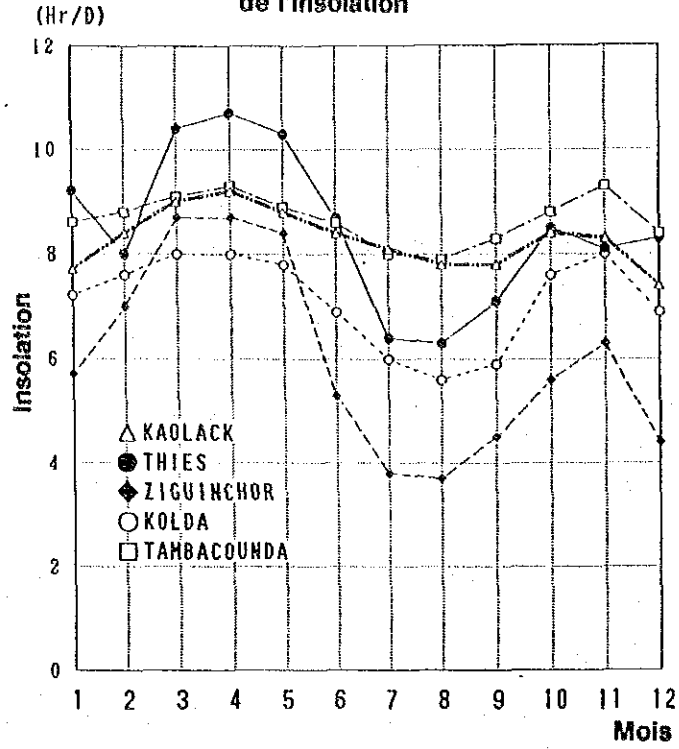
Observatoire	Site de l'étude
KAOLACK	① MBEGUE
	② DAROU SALAH NIORO
THIES	③ BAKHAYA
ZIGUINCHOR	④ DIAO INSACOUNDA
KOLDA	⑤ NGOKI
TAMBACOUNDA	⑥ SAHEKOUTA PEULH
	⑦ SINTHIOU DEMBA DEME
	⑧ KALBIRON
	⑨ DEDJI
	⑩ BOUTOUCOU FARA
	⑪ GOUDIRY



Insolation

Observatoire	Site de l'étude
KAOLACK	① MBEGUE
	② DAROU SALAM NIORO
THIES	③ BAKHAYA
ZIGUINCHOR	④ DIAO INSACOUNDA
KOLDA	⑤ NGOKI
TAMBACOUNDA	⑥ SANEKOUTA PEULH
	⑦ SINTHIOU DEMBA DEME
	⑧ KALBIRON
	⑨ DEDJI
	⑩ BOUTOUCOU FARA
	⑪ GOUDIRY

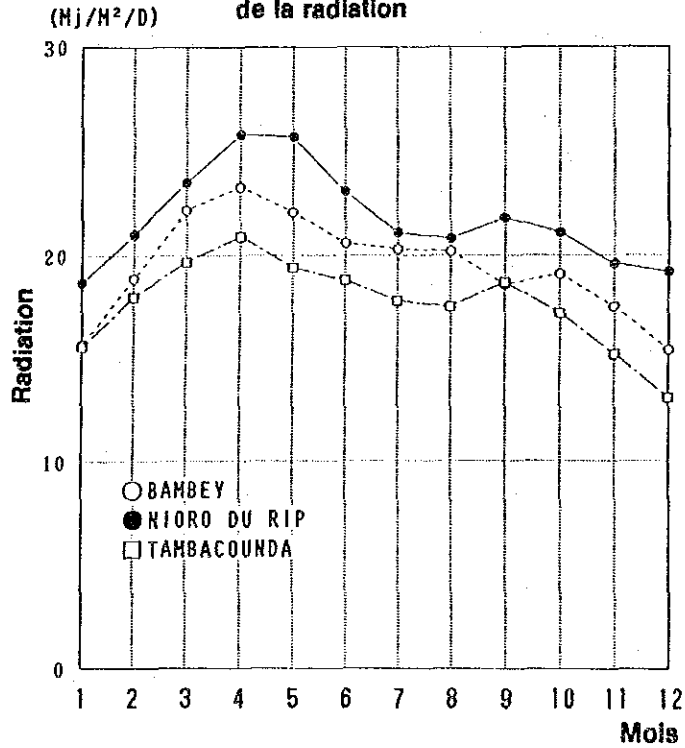
Figure 3-7 Graphe de la variation mensuelle de l'insolation



Radiation

Observatoire	Site de l'étude
BAMBEY	③ BAKHAYA
NIORO DU RIP	① MBEGUE
	② DAROU SALAM NIORO
	④ DIAO INSACOUNDA
	⑤ NGOKI
TAMBACOUNDA	⑥ SANEKOUTA PEULH
	⑦ SINTHIOU DEMBA DEME
	⑧ KALBIRON
	⑨ DEDJI
	⑩ BOUTOUCOU FARA
	⑪ GOUDIRY

Figure 3-8 Graphe de la variation mensuelle de la radiation



3.3.2 Bâtiments publics/administratifs

L'habitat rural en République du Sénégal est généralement appelé carré; il s'agit d'un périmètre clos où habitent plusieurs familles, de 5 à 15 personnes. Beaucoup des sites du projet ne disposent pas de bâtiments publics/administratifs, il n'y a pas de salle de réunion, de maison des jeunes comme on en trouve généralement dans les villages sénégalais. Les femmes ont des relations sociales en faisant leur lessive près du puits. Le Tableau 3-10 indique le nombre des carrés et les bâtiments publics/administratifs.

Tableau 3-10 Nombre de carrés et bâtiments publics/administratifs

Nom du site	Nbre de carrés	Marché	Bâtiment administratif	Poste	SENELEC	Centre météorologique
1. MBEGUE	144	1	0	0	0	0
2. DAROU SALAM NIORO	101	1	0	0	0	0
3. BAKHAYA	38	0	0	0	0	0
4. DIAO INSACOUNDA	145	0	0	0	0	0
5. NGOKI	47	0	0	0	0	0
6. SAMEKOUTA PEULH	27	0	0	0	0	0
7. SINTHIOU DEMBA DEME	18	0	0	0	0	0
8. KALBIRON	45	0	0	0	0	0
9. DEDJI	40	0	0	0	0	0
10. BOUTOUCOU FARA	40	0	0	0	0	0
11. GOUDIRY	350	1	1	1	1	1

3.3.3 Santé, éducation et religion

(1) Etablissements médicaux

Les toilettes des sites sont de type fosse, mais comme l'air est sec et que la couche de surface est du sable, les conditions sanitaires aux environs des toilettes sont relativement bonnes. Mais sur le plan des établissements médicaux, il y a des sites sans case de santé, et il est difficile de dire que les habitants sont en bonne santé. Le Tableau 3-11 indique les établissements médicaux sur les sites.

Tableau 3-11 Etablissements médicaux sur les sites

Nom du site	Nbre de toilettes	Dispensaire	Case de santé	Maternité	Hôpital
1. MBEGUE	50	1	1	0	0
2. DAROU SALAM NIORO	80	1	0	0	0
3. BAKHAYA	12	0	0	0	0
4. DIAO INSACOUNDA	145	0	1	0	0
5. NGOKI	30	1	0	0	0
6. SAMEKOUTA PEULH	10	2	0	0	0
7. SINTHIOU DEMBA DEME	0	0	0	0	0
8. KALBIRON	0	0	0	0	0
9. DEDJI	-	0	1	0	0
10. BOUTOUCOU FARA	-	0	0	0	0
11. GOUDIRY	-	0	0	1	1

(2) Etablissements scolaires

Le taux d'alphabétisation des adultes est de 28% (37% des hommes et 19% des femmes), le taux de scolarisation élémentaire de 60% (1987), et 15% de la population a reçu une éducation secondaire. Ce taux d'alphabétisation est moins élevé que dans les autres pays d'Afrique, mais quand on voit que le taux de scolarisation élémentaire était de 40% en 1960, on peut penser que la population s'est rendue compte de l'importance de l'éducation. Le Sénégal qui compte beaucoup de musulmans possède aussi de nombreuses écoles arabes, qui ont été ouvertes pour donner des bases d'arabe, la langue du Coran.

Certains villages ont aussi créé des cours d'alphabétisation pour augmenter le taux d'alphabétisation. Le Tableau 3-12 donne la liste des établissements scolaires.

Tableau 3-12 Etablissements scolaires

Nom du site	Ecole arabe			Ecole primaire		Cours d'alphabétisation
	Nbre d'écoles	Nbre de classes	Dara	Nbre d'écoles	Nbre de classes	
1. MBEGUE	1	1	0	1	1	0
2. DAROU SALAM NIORO	2	2	1	0	0	0
3. BAKHAYA	1	1	0	0	0	0
4. DIAO INSACOUNDA	0	0	1	1	3	0
5. NGOKI	0	0	0	1	2	2
6. SAMEKOUTA PEULH	0	0	0	0	0	2
7. SINTHIOU DEMBA DEME	0	0	0	0	0	0
8. KALBIRON	0	0	1	0	0	0
9. DEDJI	2	1	0	0	0	0
10. BOUTOUCOU FARA	0	0	0	1	1	0
11. GOUDIRY	1	1	0	1	7	0

(3) Etablissements religieux

94% des Sénégalais sont musulmans, 5% chrétiens et 1% animistes. Presque tous les sites du projet ont une mosquée, ce qui laisse imaginer le taux de propagation et la foi des habitants. Le Tableau 3-13 indique le nombre des mosquées et des églises chrétiennes par site.

Tableau 3-13 Etablissements religieux

Nom du site	Mosquée	Eglise
1. MBEGUE	4	0
2. DAROU SALAM NIORO	1	0
3. BAKHAYA	3	0
4. DIAO INSACOUNDA	2	0
5. NGOKI	1	0
6. SAMEKOUTA PEULH	2	0
7. SINTHIOU DEMBA DEME	1	0
8. KALBIRON	1	0
9. DEDJI	1	0
10. BOUTOUCOU FARA	0	0
11. GOUDIRY	3	1

3.4 Approvisionnement en eau sur les sites de l'étude

3.4.1 Conditions hydrauliques

(1) Sources d'eau utilisées

Les installations d'approvisionnement en eau des sites de l'étude sont principalement de petits puits non couverts, équipés d'un système de pompage simple et d'une installation d'approvisionnement selon la taille de l'agglomération. De plus, la plupart des puits sont des puits creusés à main insalubres, sans pompe motorisée, qui peuvent tarir pendant la saison sèche à cause de la baisse du niveau d'eau et des puits à garniture en béton; peu d'agglomérations possèdent un forage à pompage motorisé.

Sur les sites où les puits sont utilisés actuellement, le puisage, qui est un travail plutôt pénible, est effectué à la main par les femmes et les enfants. Par ailleurs, comme on utilise les eaux souterraines proches de la surface, la contamination par les eaux de surface est considérablement avancée.

De plus, il y a des sites où la distance jusqu'à la source d'eau est de plus d'1 km, et les habitants de ces villages passent plus de 2 heures au puisage de l'eau. Le Tableau 3-14 donne les chiffres moyens pour les sources d'eau.

Tableau 3-14 Utilisation de l'eau par site

Nom du site	Nbre de puits	Distance moyenne jusqu'à la source d'eau (m)	Temps moyen nécessaire au puisage (min/fois)
1. MBEGUE	3	175	45
2. DAROU SALAM NIORO	1	350	90
3. BAKHAYA	1	200	30
4. DIAO INSACOUNDA	14	20	40
5. NGOKI	1	750	45
6. SAMEKOUTA PEULH	3	170	35
7. SINTHIOU DEMBA DEME	1	300	60
8. KALBIRON	3	350	90
9. DEDJI	3	300	30
10. BOUTOUCOU FARA	4	530	45
11. GOUDIRY	30	100	30

(2) Volume d'eau consommé

Le volume d'eau consommé sur les sites varie de 3 à 30 l/personne/jour, en moyenne de 15 l/personne/jour, sauf à Goudiry, une ville semi-urbaine, où la moyenne est de 12,7 l/personne/jour. Pour le bétail, la moyenne de 7 à 40 l/tête/jour est de 20 l/tête/jour, soit Goudiry excepté, 18,3 l/tête/jour en moyenne. Le Tableau 3-15 indique la consommation moyenne actuelle sur chaque site.

Tableau 3-15 Consommation d'eau moyenne

Nom du site	Habitants (l/personne/jour)	Bétail (l/tête/jour)
1. MBEGUE	15	20
2. DAROU SALAM NIORO	17	22
3. BAKHAYA	20	27
4. DIAO INSACOUNDA	15	20
5. NGOKI	10	17
6. SAMEKOUTA PEULH	10	20
7. SINTHIOU DEMBA DEME	3	7
8. KALBIRON	7	15
9. DEDJI	10	20
10. BOUTOUCOU FARA	20	15
11. GOUDIRY	30	40

(3) Détail de la consommation d'eau

L'eau consommée par les habitants des villages est utilisée comme eau potable, eau de cuisine, eau pour la lessive, eau pour la culture des légumes, etc. Le Tableau 3-16 indique le détail de la consommation d'eau sur les sites, et la Figure 3-9 le détail de la consommation d'eau moyenne des sites.

(4) Système de maintenance des installations d'approvisionnement en eau au niveau des villages

Sur les sites disposant d'une installation d'approvisionnement en eau, après l'inspection d'achèvement de l'installation, celle-ci est livrée par la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique au comité de gestion autonome de chaque village, qui en assurera l'exploitation et la gestion. Le comité de gestion comprend un minimum de 4 personnes: un président, un vice-président, un trésorier et le surveillant, et au total moins de 12 personnes, qui assurent leur fonction de représentants du village durant 2 ans. Le puisage de l'eau étant historiquement un travail féminin au Sénégal, il serait donc souhaitable qu'un grand nombre de femmes participent à ces comités de gestion. Le Tableau 3-17 indique la situation actuelle des comités de gestion sur les sites de l'étude.

Tableau 3-16 Consommation d'eau sur les sites

(%)

Nom du Site	Boire	Cuisine	Lavage	Maraîchage	autres
1.MBEGUE	40	10	30	0	20
2.DAROU SALAM NIORO	15	20	35	20	10
3.BAKHAYA	20	15	20	30	15
4.DIAO INSACOUNDA	10	15	30	25	20
5.NGOKI	10	15	40	20	15
6.SAMEKOUTA PEULH	15	20	35	0	30
7.SINTHIOU DEMBA DEME	25	20	15	0	40
8.KALBIRON	20	20	30	0	30
9.DEDJI	10	30	40	5	15
10.BOUTOUCOU FARA	20	20	35	5	20
11.GOUDIRY	15	10	40	20	15

Fig.3-9 Consommation d'eau moyenne de sites

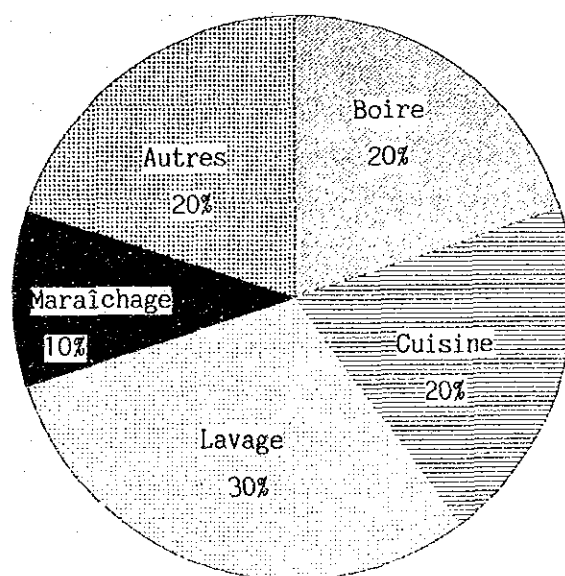


Tableau 3-17 Situation actuelle des comités de gestion

Nom du site	Existence d'un comité	Constitution d'un comité de gestion prévue après l'achèvement de l'installation	Nombre actuel des membres du comité	
			Total	Femmes
1. MBEGUE	-	○	-	-
2. DAROU SALAM NIORO	○	○	8	1
3. BAKHAYA	○	○	6	0
4. DIAO INSACOUNDA	○	○	12	6
5. NGOKI	○	○	4	1
6. SAMEKOUTA PEULH	-	○	-	-
7. SINTHIOU DEMBA DEME	○	○	6	2
8. KALBIRON	○	○	6	2
9. DEDJI	-	○	-	-
10. BOUTOUCOU FARA	-	○	-	-
11. GOUDIRY	○	○	8	0

Si un comité de gestion est constitué, il conclut un contrat concernant la maintenance de l'installation avec la Division de l'Exploitation et de la Maintenance de la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique. Et un responsable DEM pour la zone du village devient un membre d'honneur du comité de gestion pour lequel il joue le rôle de conseiller.

Les fonctions principales du comité de gestion sont l'exploitation et la gestion quotidienne de l'installation et la levée des frais de maintenance. Les frais perçus servent à payer le salaire du conducteur de l'installation hydraulique, les frais de réparation simple de l'installation, l'achat de carburant, etc. Une réunion générale annuelle comprenant le bilan comptable est tenue, dont le procès-verbal doit être envoyé à la DEM et aux autorités locales.

La part des frais de maintenance prise en charge par les habitants est d'environ 70%, mais la part de l'Etat a tendance à diminuer. Actuellement, le montant perçu auprès des habitants par le comité de gestion est de 100 - 800 F CFA par mois et par famille; le taux de perception est de près de 100% parce qu'il y a une sanction d'interdiction de puisage pour les retards de paiement. Il y a un excédent ou une perte chaque mois, mais les recettes et dépenses s'équilibrent à peu près dans l'année.

Le conducteur est le véritable gestionnaire de l'installation hydraulique, il est sélectionné parmi les villageois par l'assemblée du village parce qu'il remplit les conditions suivantes, et conclut un contrat de travail avec le comité de gestion.

- Plus de 18 ans
- Niveau d'études élémentaires
- Bonne santé

La personne sélectionnée de cette manière obtiendra sa qualification en tant que conducteur après un stage de formation de 6 mois, comprenant un stage pratique de 2 mois à la sous-division de maintenance de Louga. Le travail journalier du conducteur consiste à la mise en marche et arrêt de l'installation, la maintenance de l'installation et de l'équipement et la surveillance, et les rapports à la brigade de maintenance.

3.4.2 Source d'eau concernée

L'analyse de l'étude sur les sites de l'étude et des documents concernant les puits de la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique ont permis l'étude de l'état actuel des sources d'eau existantes comme indiqué ci-dessous.

(1) Couche de prise d'eau

Les nappes aquifères du Sénégal se divisent en eaux souterraines non pressurisées et en eaux souterraines sous pression. Les eaux souterraines non pressurisées se situent dans la couche d'alluvions, la couche de dunes de sable, la couche météorisée; la surface de l'eau est au contact direct de la nappe vadose, la pénétration des eaux de pluie est bonne, subit facilement l'influence climatique, et la variation du niveau d'eau est importante selon les saisons. C'est pourquoi, les eaux souterraines essentielles pour le Sénégal sont les couches sous pression qui subissent peu l'influence des sécheresses anormales en termes de niveau d'eau et de volume de prise, etc.

Les sections hydrogéologiques du Sénégal A-A' et B-B' ont été établies (Figure 3-10) pour l'analyse des couches utilisées comme prise d'eau sur les sites de

l'étude. La Figure 3-11 indique les couches de prise d'eau en relation avec les sites de l'étude. Comme l'indique cette figure, les forages existant sur les 11 sites de l'étude puisent tous dans l'une des nappes aquifères principales du Sénégal qui se trouvent dans des terrains du Miocène, de l'Eocène et du Maestrichtien. Les prises des couches du Maestrichtien et du Miocène sont essentielles, et en général ces couches ont une eau abondante et de bonne qualité.

Une coupe géologique de forage (Figure 3-12) a été établie pour analyser la relation entre les 11 sites et évaluer les couches de prise d'eau dans la zone de l'étude.

(2) Structure des installations

Le Sénégal compte quatre types d'installation: les puits, les forages, les forages-puits et les puits-forages. La Figure 3-13 Structure générale des installations montre cette classification.

Les puits et les forages sont les types ordinaires dans beaucoup de pays. Les forages-puits et les puits-forages sont des installations combinées où, pour que le puits ne tarisse pas durant la saison sèche à cause de la baisse du niveau d'eau, on creuse un forage allant jusqu'à une nappe aquifère sous pression à niveau d'eau élevé à proximité ou dans le puits même; l'eau souterraine est induite directement dans le fond du puits ou bien par un tuyau de liaison, ce qui permet d'obtenir un niveau d'eau moyen tout au long de l'année. Par conséquent, on utilise un seau ou une outre en peau relativement grands fixés au bout d'une corde pour puiser l'eau des puits à trou relativement large, et ce puisage manuel permet l'usage de l'eau, bien qu'il y a des problèmes sur le plan hygiénique si plusieurs personnes puisent en même temps. Les sources d'eau des sites du projet sont toutes de type forage.

Les sources d'eau des sites de l'étude sont des forages qui ont été construits pour l'approvisionnement en eau des villages ou bien comme source d'eau pour les travaux d'aménagement routier. Les forages prévus pour l'approvisionnement en eau ont été conçus conformément au plan de la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique pour la mise en place d'un dispositif de pompage motorisé

Figure 3-10 Carte hydrogéologique

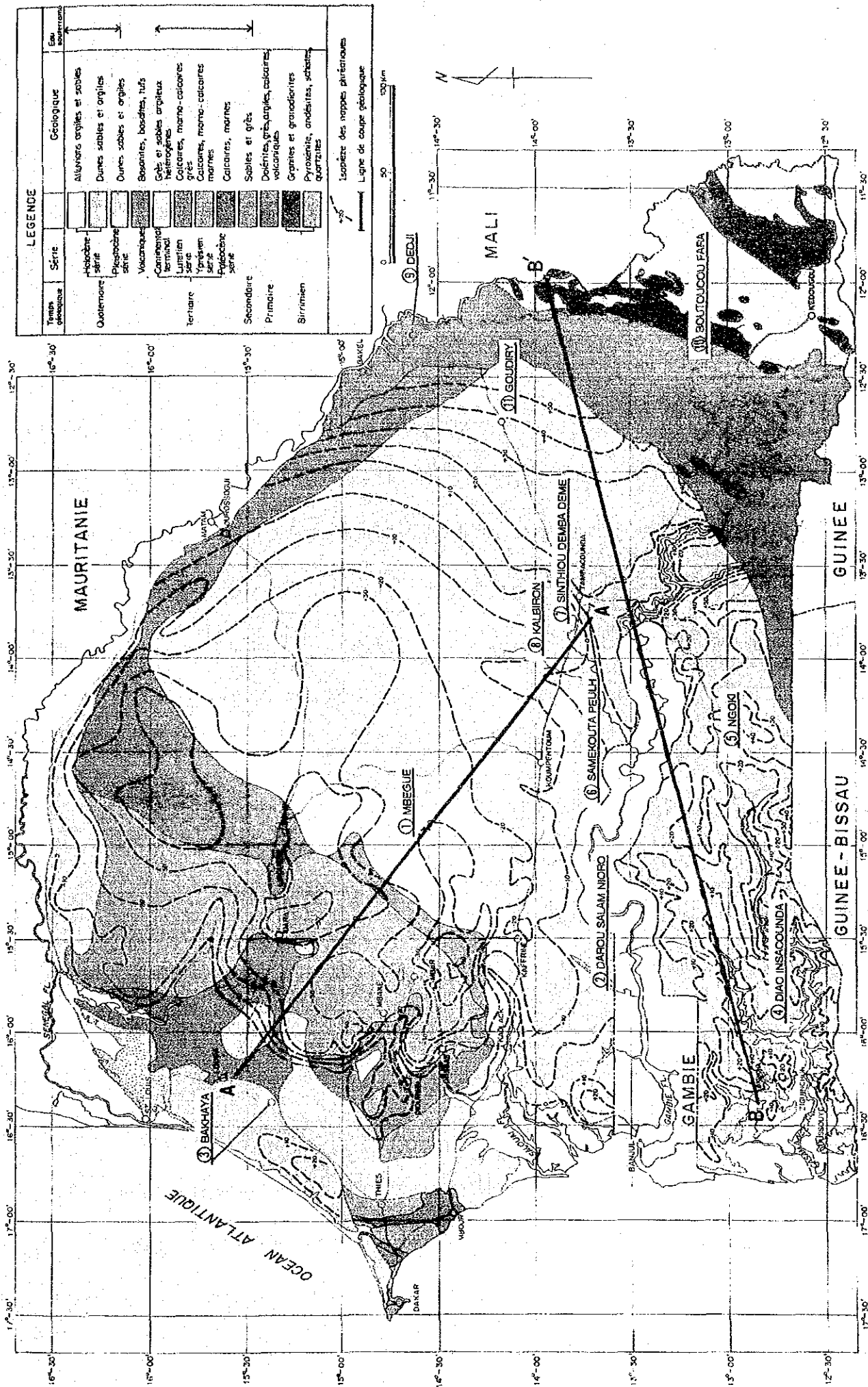


Figure 3-11 Couches de prise d'eau des sites de l'étude

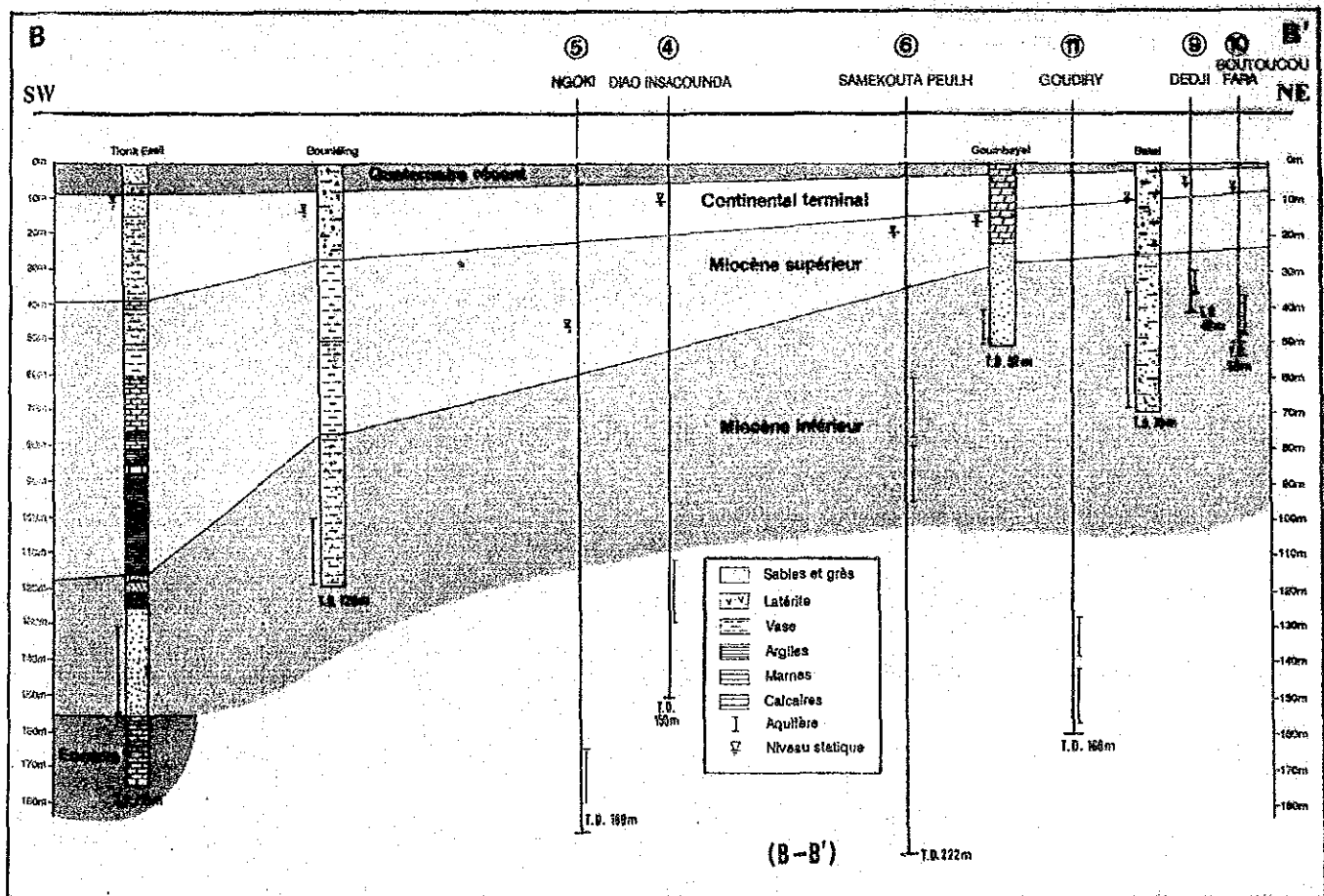
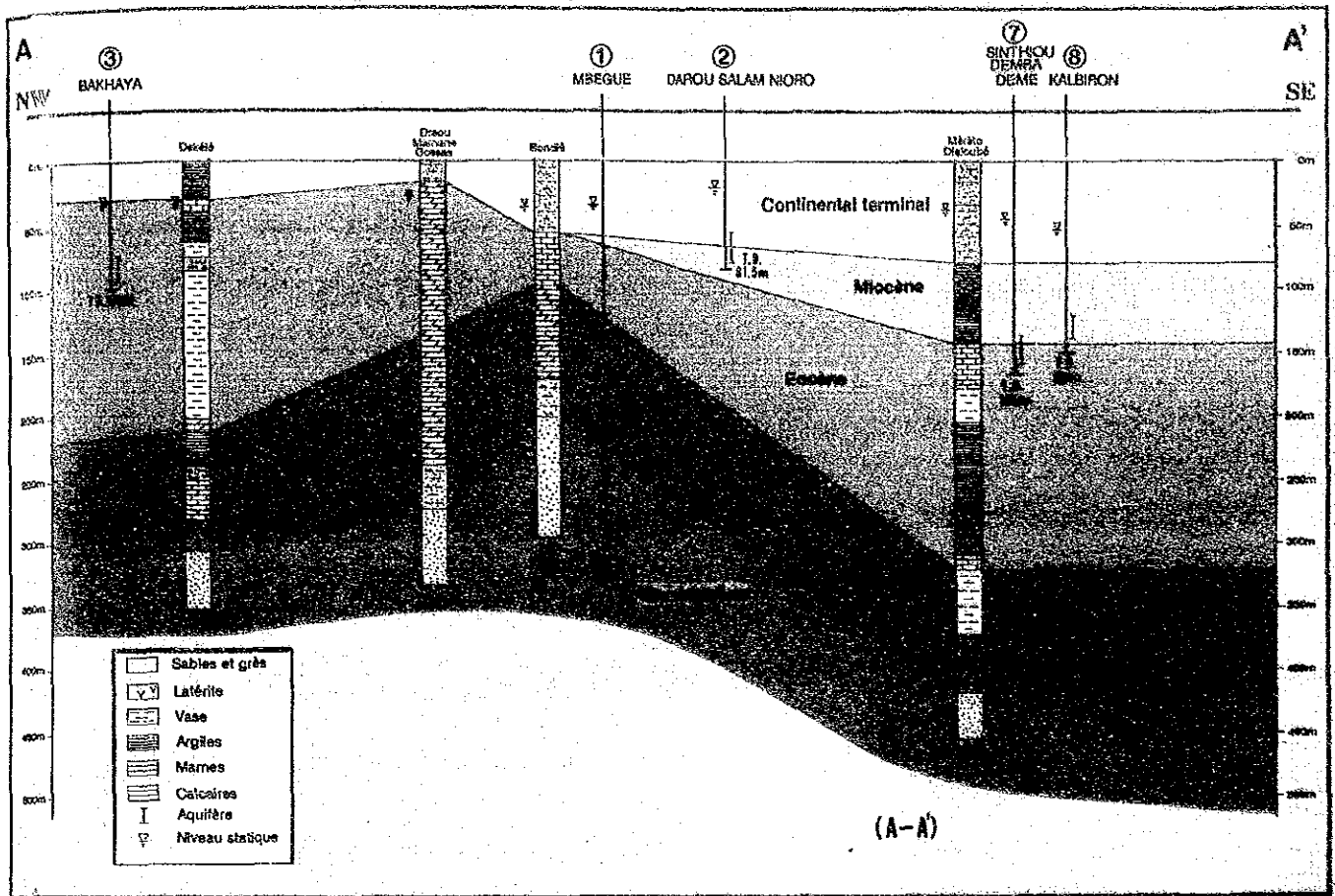


Figure 3-12 Coupe lithologique

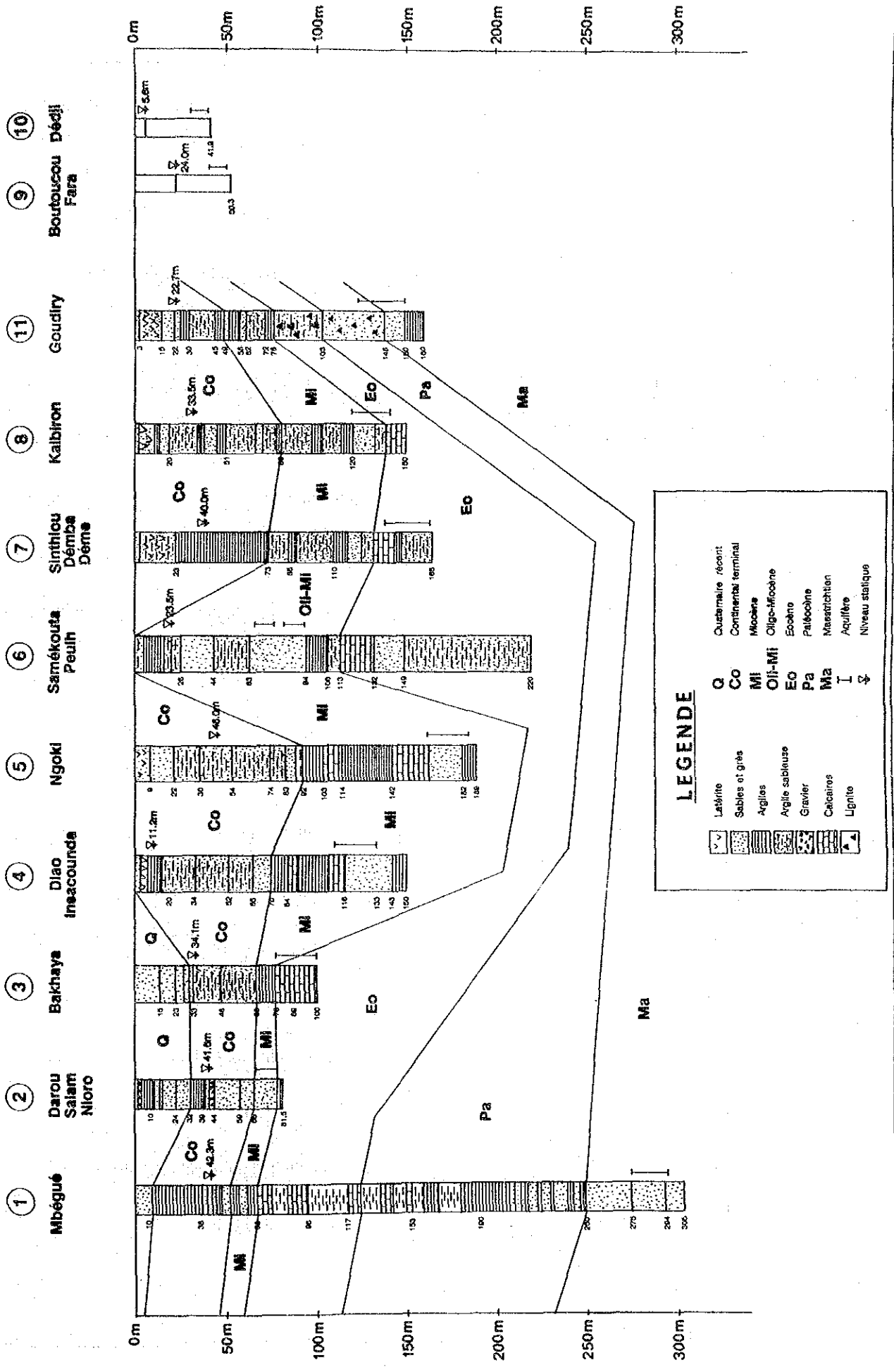
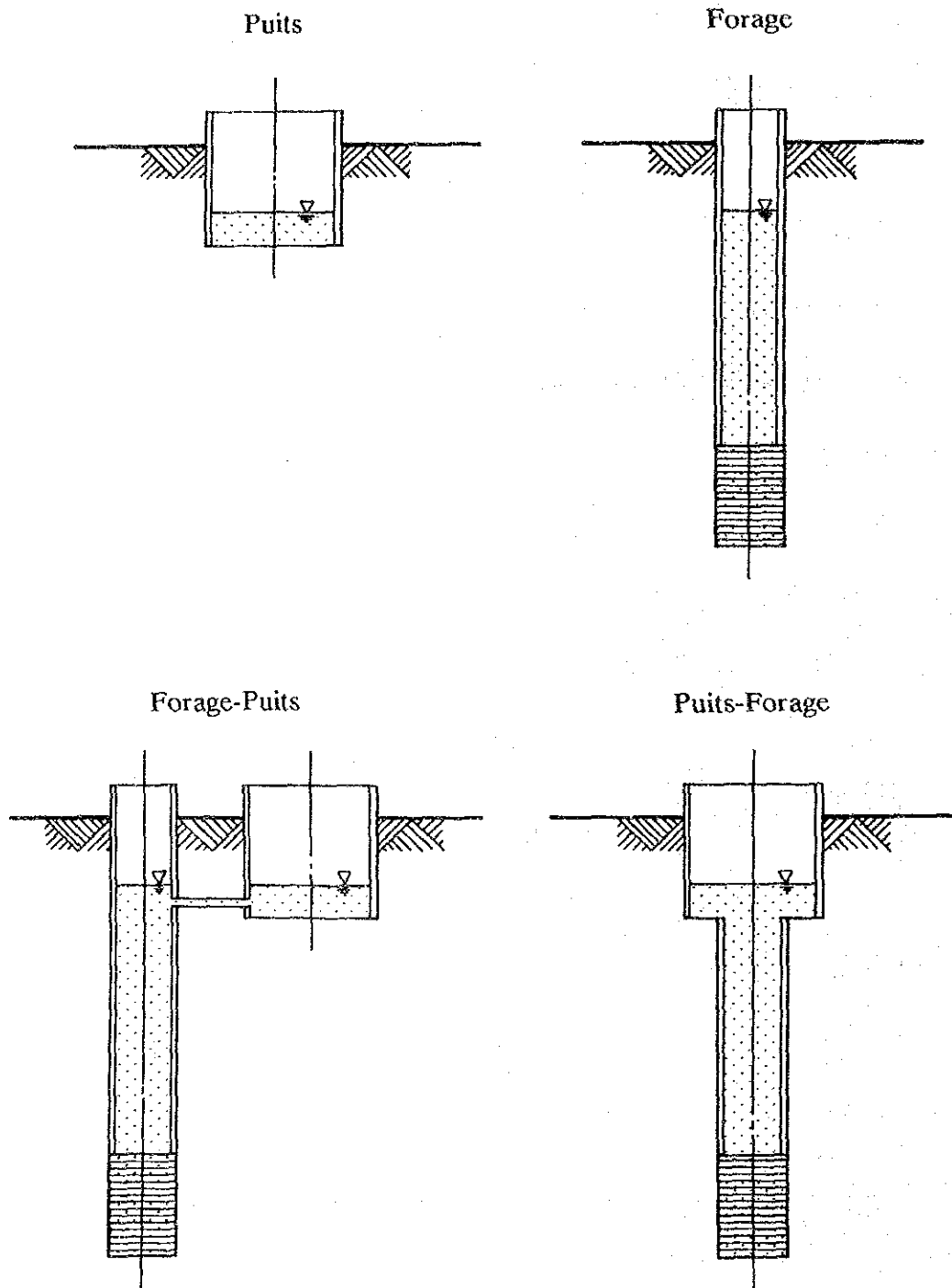


Figure 3-13 Structure des puits et des forages



dans le futur; ce sont des forages pour lesquels on attend beaucoup des installations d'approvisionnement en eau. Les autres forages ont été construits en tant que source d'eau pour les travaux d'aménagement des routes nationales à proximité des agglomérations, et qui ont été transférés de la Direction des Travaux publics du Sénégal à la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique.

Le diamètre des forages existants sur les sites de l'étude est de \varnothing 4 - 10 3/4", la profondeur des forages de 42 - 305 m. Le diamètre des forages des deux sites de Dédji et Boutoucou Fara est de \varnothing 4", et le tubage est en PVC (chlorure de polyvinyle); si l'on tient compte de la courbure du forage, on ne peut pas dire que cette structure de forage soit adaptée. Il n'y a pas de problème de structure pour les 9 autres sites.

Le forage le plus ancien date de 1976, et le plus nouveau de l'époque de l'exécution de l'étude du plan de base en 1992. Le Tableau 3-18 indique l'état des forages de l'étude. La Figure 3-14 donne la structure des forages des sites de l'étude.

(3) Volume de pompage

Il a fallu juger si le volume pompé au forage de chaque site était suffisant pour le projet.

La Figure 3-15 est un tableau logarithmique du résultat de l'essai de pompage au moment de la construction du forage, et de la relation entre le volume pompé et la baisse du niveau d'eau. Comme toutes les courbes montent à droite et qu'il n'y a pas de point d'inflexion permettant de juger du volume pompe limite, il est difficile d'établir un volume de pompage adapté. Le Tableau 3-19 indique le débit, le niveau statique, le niveau dynamique, et sur la base du rabattement, les critères de jugement de capacité de pompage et le débit spécifique. Le débit est de 5,1 - 72,0 m³/h, le niveau statique de 5,6 - 46,0 m, le niveau dynamique de 17,4 - 64,8 m, le rabattement de 2,3 - 18,8 m, ce qui fait un débit spécifique de 0,47 - 31,28 m³/h/m. Le débit spécifique des forages de \varnothing 4 m de Dédji et Boutoucou Fara est très faible : 0,47 - 1,14 m³/h/m.

Tableau 3-18 Etat des forages existants

Nom du Site	Type de Forage	Année	Titre de Projet	Financement	Entreprise	Diamètre (in)	Profondeur (m)	Emplacement de crépine(m)	Nappe aquifère
1. MBEQUE	Forage	1991	CEAO II	BOAD	COFOR	10¾	305	277 - 297	Maestrichtien grès
2. DAROU SALAM NIORO	Forage	1976	BNE	Sénégal	SONAFOR	8	81	66 - 81	Miocène grès
3. BAKHAYA	Forage	1986	PSU	BID	SASIF	10¾	100	81 - 100	Eocène calcaire
4. DIAO INSACOUNDA	Forage	1992	CEAO II	BID	SONAFOR	10¾	150	110 - 133	Miocène grès
5. NGOKI	Forage	1991	CEAO II	BID	COFOR	10¾	189	162 - 182	Miocène grès
6. SAMEKOUTA PEULH	Forage	1986	P L	USAID	INTRAFOR-COFOR	4½	222	67 - 77, 83 - 93	Miocène grès
7. SINTHIU DEMBA DEME	Forage	1992	CEAO II	BID	COFOR	10¾	165	138 - 158	Eocène grès et calcaire
8. KALBIRON	Forage	1992	CEAO II	BID	SONAFOR	10¾	150	121 - 141	Miocène grès
9. DEDJI	Forage	1984	CEAO I	Koweït	FORACO	4-PVC	42	---	---
10. BOUTOUCCOU FARA	Forage	1984	CEAO I	Koweït	FORACO	4-PVC	50	---	---
11. GOUDIRY	Forage	1982	BOAD	BOAD	INTRAFOR-COFOR	8¾	160	124 - 132, 138 - 150	Maestrichtien grès

Figure 3-14 Coupe technique des sites de l'étude

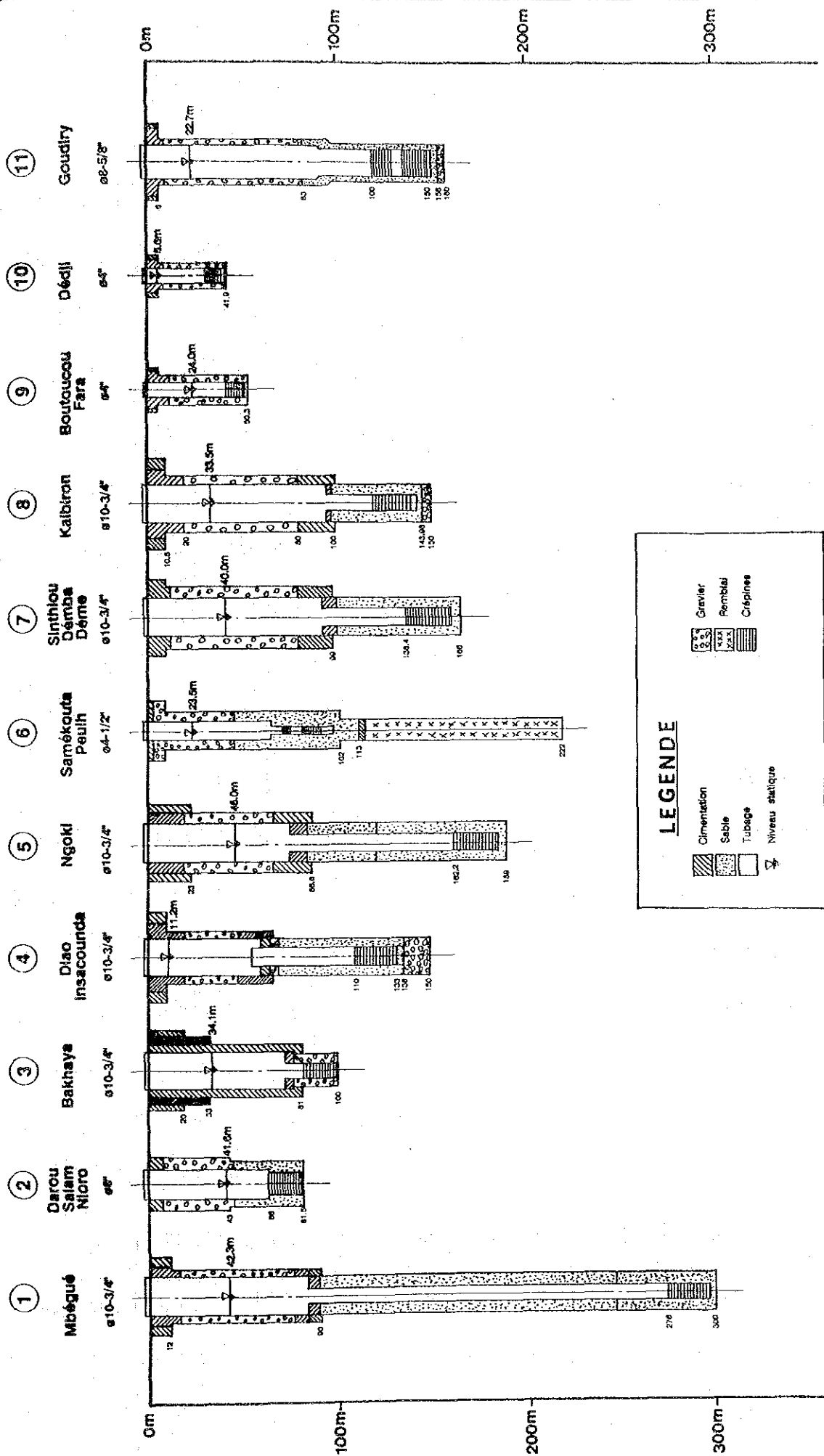


Figure 3-15 Résultat de l'essai de pompage sur les sources d'eau de l'étude

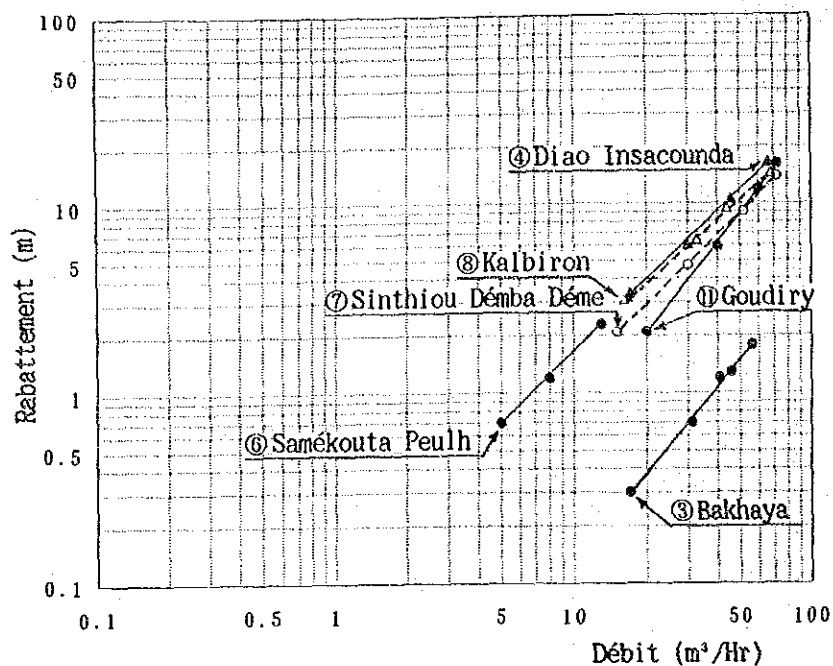


Tableau 3-19 Débit spécifique des forages de l'étude

Nom du site	Débit (m³/hr)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m³/hr/m)
1. MBEGUE	72,0	42,3	58,6	16,3	4,42
2. DAROU SALAM NIORO	25,7	41,6	43,9	2,3	11,17
3. BAKHAYA	56,3	34,1	35,9	1,8	31,28
4. DIAO INSACOUNDA	65,7	10,4	27,0	16,6	3,96
5. NGOKI	52,0	46,0	64,8	18,8	2,77
6. SAMEKOUTA PEULH	13,3	21,7	24,0	2,3	5,78
7. SINTHIOU DEMBA DEME	71,5	40,0	54,0	14,0	5,11
8. KALBIRON	68,2	33,5	48,1	14,6	4,67
9. DEDJI	5,1	5,6	17,4	11,8	0,43
10. BOUTOUCOU FARA	7,5	24,0	30,6	6,6	1,14
11. GOUDIRY	56,0	22,7	26,5	3,8	14,74

(4) Qualité de l'eau

Un échantillon d'eau a été prélevé sur chaque source de site pour l'analyse de la qualité de l'eau. Le Sénégal ne possédant pas de critères de qualité propres, il utilise ceux de l'OMS; nous avons comparé les critères de l'OMS avec les critères de qualité de l'eau japonais. Le Tableau 3-20 indique le résultat de cette comparaison. Toutes les sources de l'étude ont été jugées sans problème pour l'eau potable.

Tableau 3-20 Qualité de l'eau

Nom du Site	Cl ⁻ (mg/l)	T-Fe (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	Ca (mg/l)	Dureté totale (mg/l)	pH (-)	Conductivité (μs/cm)
1. MBEGUE	170	0,2	0,8	0,6	< 0,006	< 0,23	25	210	8,8	1.031
2. DAROU SALAM NIORO	60	1,0	0,4	< 0,4	< 0,006	0,23	5	200	6,5	180
3. BAKHAYA	75	< 0,2	0,5	< 0,4	0,01	3,0	300	340	7,3	590
4. DIAO INSAOUNDA	125	0,3	0,5	< 0,4	< 0,006	< 0,23	40	350	8,9	818
5. NGOKI	25	< 0,2	0,3	< 0,4	< 0,006	< 0,23	35	310	7,6	602
6. SAMEKOUTA PEULH	15	< 0,2	0,5	1,0	< 0,006	0,23	50	270	7,6	140
7. SINTHIOU DEMBA DEME	15	0,2	0,6	< 0,4	< 0,006	< 0,23	35	315	7,9	701
8. KALBIRON	10	0,2	0,2	< 0,4	< 0,006	< 0,23	70	260	7,1	444
9. DEDJI	15	< 0,2	0,4	< 0,4	0,03	2,5	110	300	7,3	502
10. BOUTOUCCOU FARA	10	0,2	0,7	< 0,4	< 0,006	< 0,23	30	265	7,1	438
11. GOUDIRY	10	1,0	0,2	< 0,4	< 0,006	< 0,23	15	60	6,6	120
Standard de la qualité d'eau										
O M S	250	0,3	1,5	-	10	-	-	500	6,5-8,5	2.000
Japon	200	0,3	0,8	-	10	10	-	300	5,8-8,6	-

3.4.3 Installations hydrauliques existantes

5 des 11 sites de l'étude possèdent une installation hydraulique, et au moment de l'étude 2 de ces 5 installations étaient en panne. Pour les 6 sites sans installation hydraulique, un couvercle en fer a été placé sur le trou de forage pour éviter la pénétration des saletés et des matières étrangères.

Une pompe motorisée est installée à Darou Salam Nioro, ainsi qu'un petit réservoir extérieur, des fontaines publiques pour la distribution de l'eau et un abreuvoir. Durant l'étude, la pompe étant en panne, l'approvisionnement en eau a été interrompu durant environ 1 semaine, et la réparation avait été demandée à la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique.

A Bakhaya, une pompe à balancier est installée. Son débit étant faible, il devra être amélioré.

Une pompe manuelle rotative est installée sur les sites de Dédji et Boutoucou Fara. Le débit est faible par rapport aux heures de fonctionnement, et on ne peut pas dire que le rendement soit bon, mais l'installation de pompage est suffisante vu la capacité du forage.

Goudiry possède une installation hydraulique de type urbain équipée d'un château d'eau de 400 m³, d'un réservoir au sol de 400 m³, de branchements particuliers et de bornes fontaines. Le forage de source d'eau connaît des problèmes d'écoulement de sable dans la nappe aquifère, et le pompage est arrêté depuis la fin février 1992. L'eau est achetée d'une agglomération située à 50 km et transportée par camion. Par ailleurs, cette zone comportant beaucoup d'hôpitaux et d'établissements publics, cette situation doit être améliorée d'urgence.

Le Tableau 3-21 indique les installations hydrauliques existant sur les sites de l'étude.

Tableau 3-21 Installations hydrauliques sur les sites

Nom du site	Puits	Equipement de forage	Réservoir d'eau	Installation de distribution
1. MBEGUE	Oui	Non	Non	Non
2. DAROU SALAM NIORO	Oui	Pompe motorisée	Réservoir au sol de petite capacité	1 borne fontaine, 1 abreuvoir
3. BAKHAYA	Oui	Petite pompe motorisée	Réservoir en béton ouvert de petite capacité	Non
4. DIAO INSACOUNDA	Oui	Non	Non	Non
5. NGOKI	Oui	Non	Non	Non
6. SAMEKOUTA PEULH	Oui	Non	Non	Non
7. SINTHIOU DEMBA DEME	Oui	Non	Non	Petit abreuvoir
8. KALBIRON	Oui	Non	Non	Petit abreuvoir
9. DEDJI	Oui	Pompe manuelle	Non	Non
10. BOUTOUCOU FARA	Oui	Pompe manuelle	Non	Petit abreuvoir
11. GOUDIRY	Oui	Pompe motorisée	Château d'eau (400 m ³ , 15 m) Réservoir au sol (400 m ³)	Réseau de canalisation env. 4 km, 6 bornes fontaines, branchement particulier par foyer, 8 abreuvoirs

CHAPITRE 4
CONTENU DU PROJET

Chapitre 4 Contenu du projet

4.1 Object du projet

Au Sénégal, le problème de l'approvisionnement en eau de la population rurale établie dans la zone tropicale sèche est considéré comme un problème très grave. Les sites du présent projet ne disposent pas d'installations hydrauliques, les habitants utilisent l'eau de puits à niveau d'eau instable, et en général puisent l'eau au moyen d'un seau attaché à une longue corde, ce qui rend les conditions d'hygiène particulièrement mauvaises. Par ailleurs, depuis la seconde moitié des années 1970, le niveau d'eau des nappes aquifères a considérablement baissé, et actuellement beaucoup sont devenues inutilisables. C'est pourquoi les habitants concernés doivent aller puiser l'eau aux forages existant dans d'autres agglomérations, ce qui fait du puisage une tâche très pénible.

Le présent Projet d'approvisionnement en eau dans le milieu rural vise à l'aménagement d'installations hydrauliques pour fournir de manière stable de l'eau potable, et par sa réalisation à améliorer considérablement les conditions de vie des habitants de la zone concernée. Le contenu du projet est de renouveler convenablement les forages existants qui serviront de source d'eau, de construire une adduction d'eau comprenant un système de pompage solaire et une cabine de machinerie, où ce système sera partiellement incorporé, des canalisations de distribution d'eau, un réservoir d'eau, des bornes fontaines et des abreuvoirs, et de fournir les équipements et matériels de maintenance afférents dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable.

4.2 Etude du contenu de la requête

4.2.1 Pertinence et nécessité du projet

Les 8 projets d'adduction d'eau précédemment effectués par le Gouvernement japonais pour le Gouvernement sénégalais dans le cadre de sa Coopération financière non-remboursable pour l'approvisionnement en eau des habitants des zones rurales

et de leur cheptel, ont été hautement appréciés par la partie sénégalaise. La réalisation du présent projet contribuera donc à largement améliorer l'environnement où vivent les habitants des zones rurales et le puisage de l'eau deviendra plus pratique pour eux. Par ailleurs, pour le Sénégal, pays non producteur de pétrole, la mise en place d'un système de pompage solaire pour ce projet permettra de résoudre considérablement le problème de l'énergie et de renforcer le système de maintenance des installations. Suite à l'étude des conditions d'approvisionnement en eau sur les sites concernés, nous avons tiré les conclusions ci-dessous et jugé que la réalisation de ce projet dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable était très pertinente vu la nécessité et l'urgence de l'aménagement des installations hydrauliques des sites du projet.

4.2.2 Etudes des sites de construction des installations hydrauliques

Le Gouvernement sénégalais, qui souhaite fortement la poursuite des projets d'hydraulique rurale du Gouvernement japonais, a déposé une requête pour l'exécution d'un projet d'approvisionnement en eau dans le milieu rural comprenant des installations hydrauliques à pompage solaires pour 11 sites dans les régions de Louga, Kaolack, Tambacounda et Kolda. Le Tableau 4-1 indique le nom des 11 sites de 4 régions.

Tableau 4-1 Sites de la requête

Région	Nom du site
KAOLACK	1. MBEGUE
	2. DAROU SALAM NIORO
LOUGA	3. BAKHAYA
KOLDA	4. DIAO INSACOUNDA
	5. NGOKI
TAMBACOUNDA	6. SAMEKOUTA PEULH
	7. SINTHIOU DEMBA DEME
	8. KALBIRON
	9. DEDJI
	10. BOUTOUCOU FARA
	11. GOUDIRY

Sur la base de l'étude sur les sites de la requête, nous avons établi les normes pour le projet des installations relatives à la demande en eau, la hauteur manométrique totale, la puissance nominale, et évalué par item les possibilités d'exécution du projet. Le Tableau 4-2 en donne les grandes lignes.

Tableau 4-2 Evaluation des sites de construction des installations

Nom du site	Capacité de la source	Structure du forage	Dimension de site	Accès	Qualité d'eau	Installation hydraulique existante	Energie solaire utilisée	Evaluation de l'utilisation de l'énergie solaire
1. MBEGUE	○	○	×	△	○	-	×	×
2. DAROU SALAM NIORO	○	○	×	○	△	Installation en panne	×	×
3. BAKHAYA	○	○	○	○	○	Pompe à balancier	○	○
4. DIAO INSACOUNDA	○	○	○	△	○	-	○	○
5. NGOKI	○	○	○	○	○	-	○	○
6. SAMEKOUTA PEULH	○	○	○	○	○	-	○	○
7. SINTHIOU DEMBA DEME	○	○	○	△	○	-	○	○
8. KALBIRON	○	○	○	△	○	-	○	○
9. DEDJI	×	×	○	×	○	Pompe manuelle	△	×
10. BOUTOUCOU FARA	×	×	○	△	○	Pompe manuelle	○	×
11. GOUDIRY	○	○	×	△	△	Installation en panne	×	×

Légende : ○ : Approprié
 △ : Convenable
 × : Inadapté

(1) Capacité en eau

On a étudié si le forage existant pouvait fournir le volume d'eau du projet prévu pour l'agglomération concernée. D'abord, on a jugé de la capacité de la source d'eau afin de savoir si le niveau statique et le niveau dynamique au-dessous du rabattement étaient dans les limites tolérées pour la prise d'eau pour le projet. Pour Dédji et Boutoucou Fara, où l'eau est pompée manuellement, le niveau statique de 5,6 - 24 m est relativement peu profond, et si l'on puise le volume d'eau du projet, le rabattement est de 28,9 - 50,6 m, ce qui nous a conduit à conclure que ces sources d'eau n'avaient pas la capacité suffisante pour l'installation d'un système de pompage solaire. Par ailleurs, les forages existants sur ces sites ont été construits en 1984, et comme les documents les concernant sont insuffisants, actuellement, on peut simplement estimer que l'emploi des sources d'eau existantes est difficile.

(2) Structure des forages

Pour juger de la structure des forages, l'installation correcte de la pompe motorisée dans le trou est un élément essentiel. Le diamètre minimal des pompes immergées motorisées remplissant les conditions nécessaires est d'environ Ø4" au Sénégal et ailleurs, il n'y a pas de problème pour les forages de Ø 8", sauf pour le forage de Samékouta Peulh de Ø 4 1/2". Le diamètre des forages de Dédji et Boutoucou Fara est de Ø4", et comme un tubage et un tube PVC sont installés, on prévoit que l'installation d'une pompe immergée motorisée sera difficile à cause de la courbure du trou de forage.

(3) Dimension des agglomérations

Pour la dimension des agglomérations, on tient compte de la population, de la répartition du village et de sa surface. Mbégué, Darou Salam Nioro et Goudiry, qui ont une population et une surface plus importantes que celles adaptées à une installation hydraulique à pompage solaire, ont été considérés comme des sites adaptés à une installation hydraulique conventionnelle.

(4) Accès

Bakhaya est le site le plus proche de Dakar (180 km) et Ngoki le plus éloigné (770 km). Pour l'accès, seul Dédji, où le passage de gros camions de transport des équipements et matériels semble difficile, pose un problème. On prévoit que l'accès aux 4 sites de Diao Insacounda, Sinthiou Demba Déme, Kalbiron et Boutoucou Fara sera relativement difficile durant la saison des pluies.

(5) Qualité de l'eau

L'évaluation de la qualité de l'eau des sources existantes a été généralement bonne, sauf pour Darou Salam Nioro et Gouriry où la teneur en fer est relativement élevée.

(6) Installations hydrauliques existantes

L'installation de Darou Salam Nioro est dotée d'une pompe dans le trou de forage, d'un petit réservoir au sol, d'une borne fontaine et d'un abreuvoir. Celle de Bakhaya est munie d'une pompe à balancier à moteur diesel, mais il faudra remédier au faible volume de pompage. Les installations de Dédji et Boutoucou Fara sont équipées d'une pompe rotative manuelle. Celle de Goudiry est une installation de type urbain à château d'eau de 15 m de hauteur et de 400 m³, l'approvisionnement en eau s'effectue aux bornes fontaines et aux branchements particuliers. Des problèmes au forage qui sert de source ont interrompu l'approvisionnement en eau depuis février 1992, qui est assuré actuellement par camions citernes allant chercher l'eau à 50 km. C'est un site où les hôpitaux et bâtiments publics sont nombreux, et la réhabilitation doit être faite d'urgence.

(7) Capacité du système solaire

Actuellement, les systèmes de pompage solaires sont limités dans leur dimensions par des considérations d'économie et de fiabilité technique. Du point de vue du volume d'eau, on dit qu'actuellement le système de pompage solaire se place entre la pompe manuelle et la pompe diesel. Cela nous a amené à adopter la norme de moins de 5,5 kW pour la pompe du point de vue de la dimension adapté applicable.

(8) Evaluation de l'utilisation de l'énergie solaire

Suite à l'évaluation ci-dessus, nous avons choisi 6 sites adaptés à un système de pompage solaire: Bakhaya, Diao Insacounda, Ngoki, Samékouta Peulh, Sinthiou Démba Déme et Kalbiron. Les 3 sites de Mbégné, Darou Salam Nioro et Goudiry sont trop grands pour le système solaire, et un système conventionnel sera mieux adapté. Pour les 2 sites de Dédji et Boutoucou Fara, comme la source d'eau existante pose un problème, il faudra développer une nouvelle source d'eau pour permettre la mécanisation. Si la structure du forage est adaptée, c'est une région où il est possible d'obtenir suffisamment d'eau pour la dimension de l'agglomération, et le système solaire sera adaptable à condition qu'une nouvelle source d'eau soit développée.

(9) Evaluation globale

Sur les 11 sites de la requête, les installations susceptibles d'être réalisées dans ce projet du point de vue technique sont les 6 sites indiqués ci-dessous. On estime la population bénéficiaire de ces sites à 5.410 personnes et le cheptel à 17.150 têtes. Le Tableau 4-3 indique la population et le cheptel des sites du projet.

Sites adaptés au système solaire:	6
Sites adaptés à un système conventionnel:	3
Sites ayant un problème de source d'eau:	2

Tableau 4-3 Population et cheptel du projet par site

Nom du site	Population	Cheptel
1. BAKHAYA	1.220	1.470
2. DIAO INSACOUNDA	900	4.440
3. NGOKI	1.150	1.930
4. SAMEKOUTA PEULH	640	3.750
5. SINTHIOU DEMBA DEME	500	2.940
6. KALBIRON	1.000	2.620
Total	5.410	17.150

4.2.3 Etude des équipements et matériels de maintenance

Le présent projet comprend non seulement la construction d'installations hydrauliques sur 6 sites de 3 régions, mais aussi la fourniture des équipements et matériels nécessaires au renforcement du système de maintenance, qui est l'un des principaux piliers de l'aménagement des installations hydrauliques promu par le Gouvernement sénégalais.

Au Sénégal, la conception et la réalisation des projets d'adduction d'eau sont assurées par la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique sous tutelle du Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique, et après l'achèvement des installations, c'est la Division de l'Exploitation et de la Maintenance de la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique qui est chargée d'assurer les travaux de réparations et de sauvegarde.

Non seulement les installations réalisées au cours des 8 projets exécutés dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable ont été un succès, mais l'instauration dès le départ d'un système de maintenance, a été hautement appréciés non seulement par la partie japonaise, mais aussi par la partie sénégalaise et les organismes d'aide internationaux.

Ainsi, dès l'étude pour le premier projet en 1979, il y avait alors 140 installations hydrauliques utilisant un forage comme source disséminées dans tout le pays, les équipements et matériaux en possession du centre de maintenance des installations hydrauliques pour assurer la maintenance et la sauvegarde des forages et des systèmes de pompage, etc. étaient seulement quelques treuils sur camions vieillissés et des véhicules de liaison, les brigades de maintenance étaient en nombre limité, ce qui rendait la sauvegarde des installations hydrauliques éparpillées sur les 190.000 km² du territoire sénégalais extrêmement difficile. Par ailleurs, les équipements de pompage des diverses installations hydrauliques étaient inutilisables ou la panne était imminente, et surtout sur beaucoup d'installations, le volume de pompage était insuffisant à cause de la baisse de niveau des eaux souterraines. Et le nombre et le type des systèmes de pompage de rechange nécessaires durant le remplacement et la réparation étaient réduits, et il était impossible de faire face en cas de problème.

Vu cette situation, à partir du premier projet, en plus de la construction des installations, on a également assuré en continu la fourniture de treuils, de véhicules de liaison et d'outils, il y a eu des problèmes locaux lors de leur maintenance, mais actuellement (1992) un système de maintenance et de sauvegarde est en place pour 611 installations.

Par ailleurs, en ce qui concerne les systèmes de pompage de rechange, on a fixé les composants et les modèles en insistant sur la compatibilité des composants, le corps de l'appareil surtout et sur la facilité d'emploi. Et pour les pièces de rechange, etc., l'approvisionnement ne doit pas être assuré en bloc, mais par sélection des éléments et des quantités adaptées selon les résultats des opérations, ce qui a rendu l'approvisionnement en équipements et matériels de maintenance plus efficace, et l'on prévoit de continuer dans cette orientation.

La Direction du Génie rural et de l'Hydraulique considère elle-même le renforcement du système de maintenance comme un élément essentiel de l'aménagement des installations hydrauliques, et s'efforce de renouveler les équipements et de recruter le personnel, mais le manque d'équipements et de matériel empêche le travail efficace de l'organisation et du personnel, et il lui est difficile d'obtenir des résultats positifs. Ainsi, les équipements et matériels fournis ne constituent pas simplement une augmentation quantitative des équipements et matériels disponibles, mais jouent aussi un rôle important pour le renforcement du système de maintenance en promouvant l'autonomie locale quant à la maintenance, et en laissant les habitants assurer le remplacement des pièces simples sous la direction de leur comité de gestion.

Les équipements et matériels qui seront fournis pour le projet ont été étudiés comme suit en tenant compte des résultats obtenus jusqu'à présent, du remplacement des équipements vieillissants, de la maintenance, de la mesure et du traitement des données du système solaire, en se centrant sur les équipements et matériels essentiels tels qu'engins et véhicules de soutien, et en particulier des équipements pour le pompage solaire.

(1) Véhicules

(1) Véhicules 4 x 4

Ils serviront au transport du personnel et de charges légères pour la maintenance des installations hydrauliques. Ce seront des véhicules 4 x 4 vu les conditions d'accès difficiles aux sites.

(2) Véhicules de liaison (type break)

Ils serviront au transport du personnel et de charges légères pour assurer la liaison entre le siège de Dakar et les bureaux locaux. Ils emprunteront principalement des routes revêtues, et des véhicules 4 x 4 sont donc inutiles.

(3) Véhicule atelier

Il transportera toujours les équipements d'ateliers minimum pour faire le tour des sites et assurer la maintenance des installations hydrauliques. Il parcourra sans doute beaucoup de routes en mauvais état, ce sera un véhicule 4 x 4.

(4) Remorque

C'est une remorque qui sera accrochée au véhicule atelier ci-dessus pour le transport des charges jusqu'au site; elle servira surtout au transport des grands équipements non transportables sur les autres véhicules.

(2) Matériel de maintenance et d'inspection

(1) Sonde électrique

La mesure constante du niveau d'eau est essentielle pour la gestion des sources d'eau, et une sonde sera installée pour la surveillance sur chaque site.

(2) Trousse d'analyse de l'eau

Des instruments portatifs permettant de mesurer simplement la conductivité et le pH sur place pour la gestion de la qualité de l'eau sur le site.

- (3) Débitmètre
Pour gérer le débit de l'installation hydraulique.
 - (4) Multimètre
Mesure la tension, le courant, la résistance et la fréquence; c'est un instrument indispensable à la sauvegarde et à l'inspection des composants électriques principaux pour la maintenance.
 - (5) Instrument de mesure
Instruments pour mesurer sur le site le wattage pour l'inspection du module PV.
 - (6) Oscilloscope
Représente sous forme de courbe les variations de tension et de courant pour l'inspection du module PV.
 - (7) Appareil de mesure de la radiation solaire
Mesurera la radiation solaire sur place.
 - (8) Caisse à outils pour les sites
Contiendra les outils nécessaires à la maintenance quotidienne sur chaque site. Le fer à souder pour les travaux de câblage, etc. sera inclus.
- (3) Système de pompage de rechange
- (1) Electropompe
Servira à pomper l'eau des forages utilisés comme source d'eau pour les adductions d'eau rurales même durant la saison sèche. On choisira une pompe à normes compatibles avec le dispositif de pompage installé comme pompe de rechange. Elle remplacera l'autre lors des réparations de pièces défectueuses ramenées des régions à environnement difficile pour assurer la réparation et la sauvegarde.
 - (2) Panneaux solaires et onduleur
Les panneaux solaires PV produisant l'électricité dans le système solaire

sont rarement défectueux, mais le nombre de panneaux de rechange approprié sera fourni. L'onduleur convertit le courant continu produit par les panneaux PV en courant alternatif pour faire fonctionner la pompe. En cas de panne, la réparation étant difficile sur place, on utilisera un onduleur de rechange.

(4) Autres

(1) Radio-téléphone sans fil

Servira pour la communication entre le siège de la Direction et les organismes sur place et les brigades mobiles assurant la sauvegarde dans les agglomération rurales. Dans l'environnement local où les conditions de communication sont mauvaises, cet équipement sera très efficace pour les brigades en nombre limité qui parcourent de grandes distances en peu de temps avec un matériel limité.

(2) Ordinateur (Matériel et logiciels) et Système de traitement des données

Il permettra de traiter et d'analyser les données d'utilisation du système solaire, et aidera aux études sur le développement de l'utilisation de l'énergie solaire.

(3) Lot de pièces de rechange

Pièces de rechange pour les différents types d'équipements et matériels de maintenance. Les résultats obtenus jusqu'à présent seront étudiés, et les pièces sélectionnées en fonction des types et parties concernées.

4.3 Aperçu du projet

4.3.1 Organisme d'exécution et système d'exploitation

Le présent projet a pour objectif l'approvisionnement en eau dans le milieu rural, c'est un projet où toutes les sources d'énergie utilisées pour les installations de hydrauliques construites seront solaires. S'agissant d'un projet classé parmi les projets solaires par le Gouvernement sénégalais, le Ministère chargé de la Modernisation de l'Etat et de la Technologie s'occupant des opérations solaires en sera pleinement responsable. La Figure 4-1 présente l'organigramme de ce ministère, et la Figure 4-2 l'organigramme de la Délégation aux Affaires Scientifiques et Techniques (DAST). Le Ministère chargé de la Modernisation de l'Etat et de l'Hydraulique a un effectif de 148 personnes, dont 24 employés de la Délégation aux affaires scientifiques et techniques.

Un système d'assistance de la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique (DGRH) du Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique, organisme d'exécution des projets d'hydraulique rurale précédents, sera indispensable pour ce projet d'hydraulique rurale qui sera réalisé sous la direction de la DAST.

Ensuite, les installations achevées seront inspectées par la DAST et la DGRH, puis confiées à la Division de l'Exploitation et de la Maintenance (DEM) comme les installations hydrauliques de type conventionnel existantes, et gérées par les brigades de maintenance des sites respectifs de Louga, Tambacounda et Ziguinchor. Les brigades de maintenance assureront les travaux exigeant une compétence technique spécialisée, entre autres les patrouilles d'inspection, en cas de besoin les réparations qui leur seront signalées par les habitants, la réhabilitation des installations vieilles, l'alimentation en eau d'urgence en cas de coupure d'eau et la modification des dispositifs de pompage en cas de baisse de des eaux souterraines. La gestion en vue de la conservation et la maintenance des pièces de rechange des équipements connexes sera faite de manière centralisée par la Subdivision de la Maintenance de la Division de l'Exploitation et de la Maintenance de la DGRH sise à Louga, comme pour les projets d'hydraulique rurale précédents.

Par ailleurs, la gestion quotidienne des installations au niveau des agglomérations et la perception des frais de maintenance, etc. seront assurées par le Comité

Figure 4-1 Organigramme du MMET

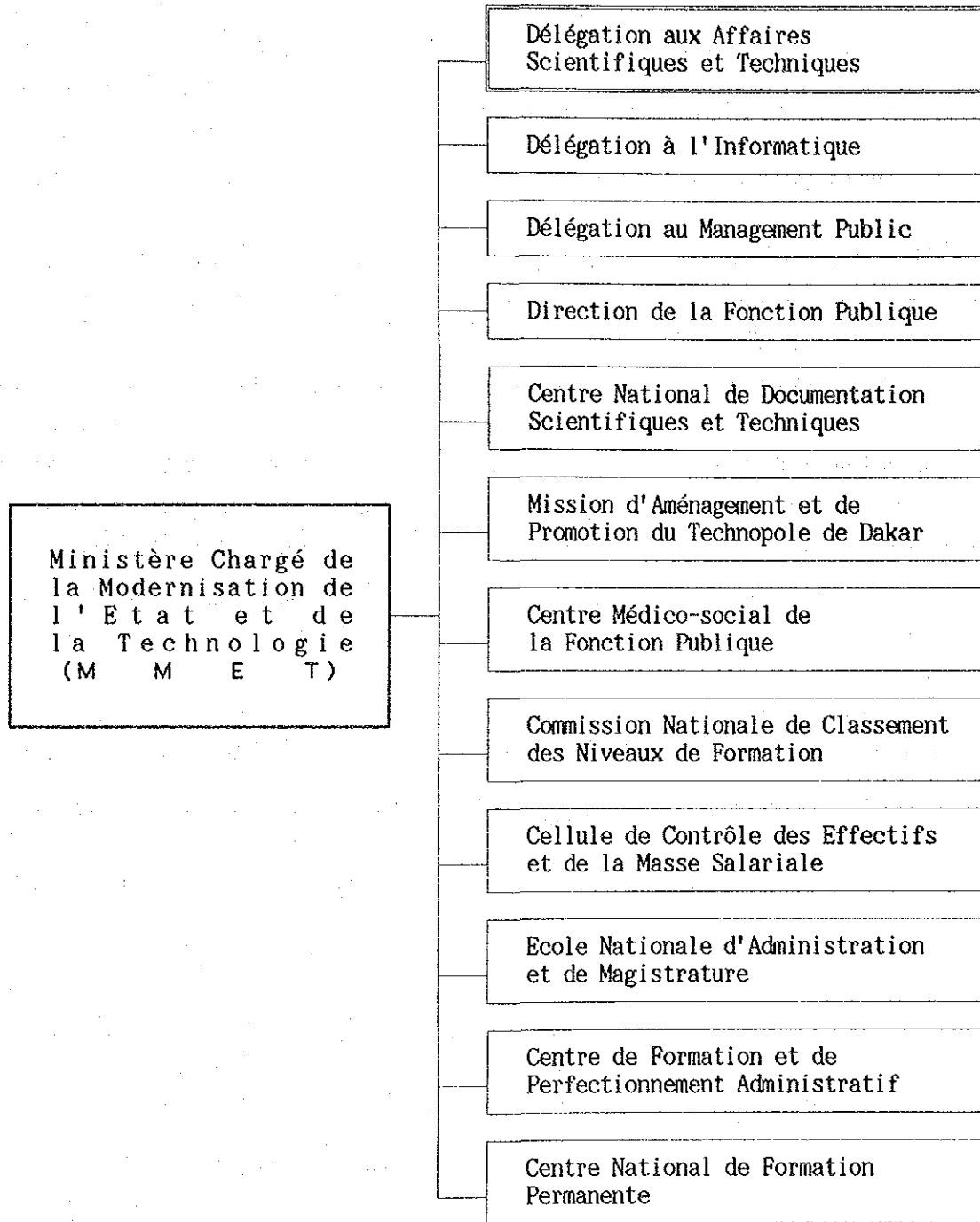
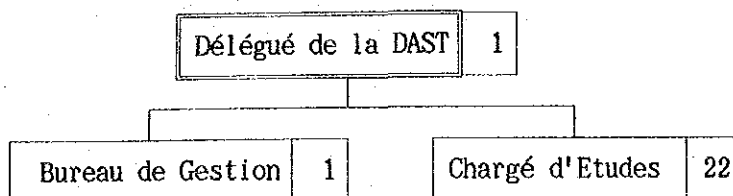


Figure 4-2 Organigramme de la DAST



de gestion de l'agglomération, sous la supervision de la DEM. Les travaux d'exploitation réelle seront effectués par un conducteur sélectionné parmi les habitants de l'agglomération par le Comité de gestion. Le conducteur, qui aura suivi la formation technique assurée par la DEM, assurera, après l'achèvement des installations, les opérations de base telles que le démarrage et l'arrêt de l'installation, et les travaux d'entretien et d'inspection simples des installations et équipements, et fera le rapport afférent à la DEM.

Bien qu'il s'agisse d'installations solaires n'exigeant aucun carburant, des frais de maintenance devront être perçus auprès des habitants bénéficiaires pour payer le personnel assurant le fonctionnement et la gestion. L'avantage du système solaire, qui n'engendre pas d'autres frais généraux que les frais de personnel, est de permettre par la perception de frais adaptés, d'accumuler des capitaux en vue de la réparation et l'extension des installations dans l'avenir; comme d'autres comités de gestion ont déjà réussi cela dans des projets similaires, la DEM va donner les directives nécessaires en ce sens pour ce projet.

4.3.2 Construction des installations hydrauliques

Conformément aux résultats de l'étude et aux discussions avec le Gouvernement sénégalais, le présent projet portera sur 6 sites dans 3 régions, parmi les 11 sites de 4 régions de la requête. Le Tableau 4-4 indique les sites du projet.

Tableau 4-4 Sites du projet

Région	Nom du site
LOUGA	1. BAKHAYA
KOLDA	2. DIAO INSACOUNDA
	3. NGOKI
TAMBACOUNDA	4. SAMEKOUTA PEULH
	5. SINTHIOU DEMBA DEME
	6. KALBIRON

Les 5 autres sites ne feront pas partie du projet. Le Tableau 4-5 indique le nom de ces sites et la raison de leur rejet.

Tableau 4-5 Sites ne faisant pas partie du projet

Région	Nom du site	Raison du rejet
KAOLACK	MBEGUE	Le volume d'eau étant trop important, une installation hydraulique conventionnelle est plus adaptée.
	DAROU SALAM NIORO	Le volume d'eau étant trop important, une installation hydraulique conventionnelle est plus adaptée.
TAMBACOUNDA	DEDJI	Le forage de source ayant une capacité trop faible, la pompe motorisée est inadaptée.
	BOUTOUCOU FARA	Le forage de source ayant une capacité trop faible, la pompe motorisée est inadaptée.
	GOUDIRY	Le volume d'eau étant trop important, une installation hydraulique classique est plus adaptée.

Les 6 sites du projet sont dispersés dans 3 régions, et situés à 180 km de Dakar pour le plus proche et à 770 km pour le plus lointain. Les précipitations varient considérablement des sites dans le Nord à ceux dans le Sud, 600 à 1200 mm. Pour accéder à ces sites, on empruntera les principales routes nationales, et arrivé près du site, il faudra emprunter des routes non revêtues. Une partie des voies d'accès vers les sites est très mauvaise saisonnièrement.

Le tableau ci-dessous donne un abrégé des installations à pompage solaire à construire sur les 6 sites du projet, et la Figure 4-3 un plan de conception des installations. Les critères de la conception et de la construction des installations hydrauliques ont été établis par la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique, comme pour les projets précédents.

Tableau 4-6 Installations hydrauliques du projet

Item	Quantité
Installation hydraulique à pompage solaire et cabine de machinerie	6 emplacements
Réservoir d'eau de 80 m ³	1 unité
Réservoir d'eau de 50 m ³	5 unités
Canalisation	11,4 km
Borne fontaine	17 unités
Abreuvoirs	13 unités
Station charrette	6 unités

4.3.3 Fournitures des équipements et matériels de maintenance

Voici un résumé des équipements et matériels de maintenance qui seront fournis pour ce projet.

Tableau 4-7 Equipements et matériaux de maintenance

Item	Description	Application
1. Véhicules	Véhicule 4 x 4 Véhicule de liaison Véhicule atelier Remorque	Transport du personnel Idem Transport des marchandises Idem
2. Equipements et instruments de mesure pour l'aménagement et l'inspection	Sonde électrique Trousse d'analyse de la qualité de l'eau Débitmètre Instruments de mesure Outils pour l'aménagement	Inspection du forage source Idem Inspection du débit Inspection des installations de pompage Inspection pour l'équipement
3. Equipements et matériels de pompage de rechange	Electropompe Panneaux PV Onduleur	Prise d'eau et refoulement Energie motrice Idem
4. Autres	Radio-téléphone sans fil Ordinateur, système de traitement des données Pièces de rechange	Communication entre la base et la brigade mobile Traitement et analyse des données solaires Maintenance des instruments

4.3.4 Coopération technique

L'exécution et l'exploitation pour ce projet n'exigent pas une coopération technique de longue durée, mais il est souhaitable que des stagiaires de contrepartie soient détachés. Parce que, si on consulte les résultats précédents, l'affectation par la partie sénégalaise de stagiaires de contrepartie pour les techniciens assurant la conception et la gestion du projet d'aménagement des installations hydrauliques a permis de faire comprendre l'arrière-plan technique et scientifique du Japon et d'assurer un transfert technologique concret par les projets d'approvisionnement en eau, ce qui est très significatif, et l'on peut espérer ce genre de résultats pour les travaux d'exécution à venir.

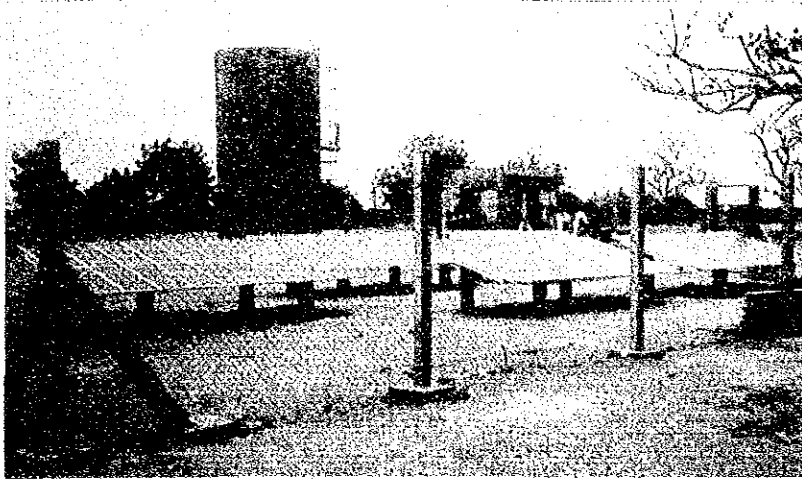
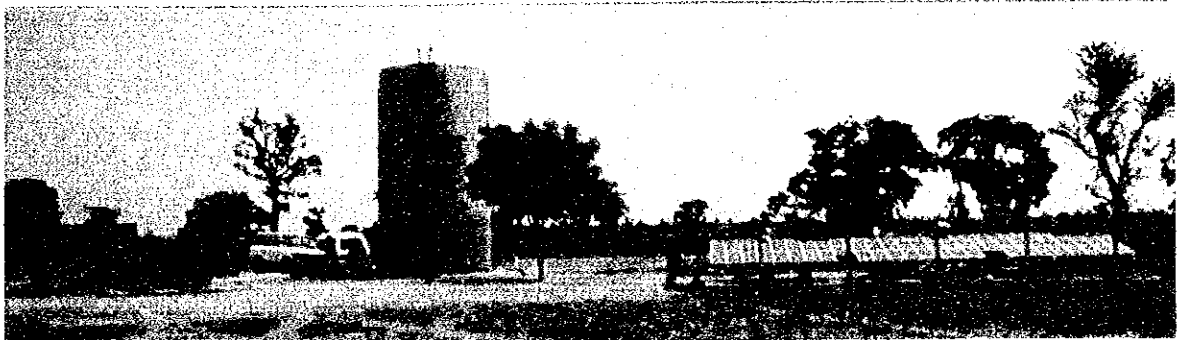
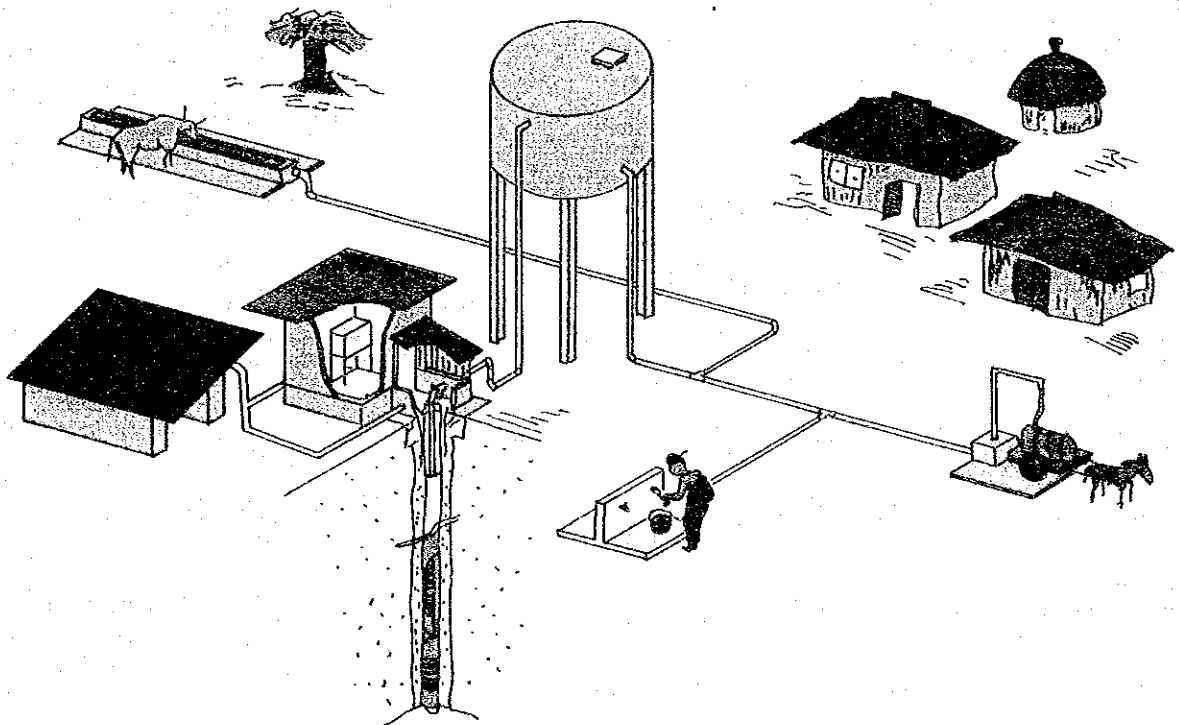


Figure 4-3
Plan schématique
des installations



CHAPITRE 5
PLAN DE BASE

Chapitre 5 Plan de base

5.1 Orientation du plan de base

L'orientation de la conception du projet respecte les directives du Sénégal concernant l'arrière-plan du projet et l'aménagement des installations hydrauliques, et la partie japonaise souhaite prendre la responsabilité de la construction de 6 sites. Compte tenu de l'état des sources d'eau et des conditions actuelles de l'utilisation de l'eau dans la zone du projet, ainsi que des résultats antérieurs obtenus pour la construction d'installations hydrauliques et la fourniture d'équipements et matériels de maintenance, et de leur économie et résistance, les spécifications seront adaptées à la maintenance après l'achèvement des installations et aux conditions sur place, et ne devront pas représenter une charge trop lourde. En particulier, la conception sera faite en tenant compte du fait que pendant la longue saison des pluies l'accès et la construction poseront des problèmes. Pour le système de maintenance des habitants après l'achèvement, des directives seront données pour améliorer la prise de conscience des problèmes d'assainissement de l'environnement et concrètement, des outils de maintenance seront fournis. Un plan d'utilisation des installations hydrauliques rurales adapté aux conditions sur place sera établi. Le contenu du projet a été défini de manière à ce qu'il puisse être achevé dans le délai imparti par le système de la Coopération financière non-remboursable.

Par ailleurs, la réalisation de ce projet permettra l'achèvement du contenu défini, mais quand la partie sénégalaise réalisera elle-même des projets d'agrandissement, comme on a pu le voir sur des sites de projets précédents, la fourniture pour les canalisations, et les extensions, la forme et l'emplacement des vannes, etc. pourront être considérés. Pour le renforcement du système de maintenance, nous nous adapterons à l'état des machines, équipements et matériels existants, et aux problèmes les concernant.

5.2 Etude des conditions de la conception

5.2.1 Construction des installations hydrauliques

Les normes de construction des installations seront basées sur celles de la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique, et les normes de qualité de l'eau seront celles de l'OMS. Pour le système de construction, nous appliquerons le modèle de construction adapté au modèle des agglomérations utilisé par la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique, qui a été pris en compte dans les résultats de l'étude sur place. La période objectif sera de 10 ans, norme de la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique, et le développement annuel de 2,5%. Le volume d'eau du projet sera un volume adapté au système solaire, soit une norme de 25-35 l par personne et par jour, et pour le bétail, de 15-25 l par tête et par jour.

La hauteur manométrique totale qui servira de facteur de capacité de la source, sera définie à partir du niveau statique et du niveau dynamique si le volume d'eau du projet a été pompé.

La puissance nominale associée à la dimension de l'installation de pompage sera définie en fonction de la capacité de la pompe et de son efficacité. Actuellement, les systèmes hydrauliques solaires sont limités en dimensions pour cause d'économie. En ce qui concerne le volume d'eau, on dit que la dimension adaptée au système solaire est actuellement entre la pompe manuelle et la pompe diesel. En comparant les frais d'eau par site, nous avons limité la puissance nominale du dispositif de pompage à 5,5 kW, et sur les sites où un dispositif moins puissant sera installé, le montant total des frais du système solaire et le tarif de l'eau seront inférieurs à ceux du système diesel conventionnel; et quand un dispositif de plus grande puissance est utilisé, nous avons pu confirmer que les frais complémentaires encourus pour la mise en place du système solaire ne pourront pas être couverts par la différence avec les frais de maintenance sur 10 ans.

Le Tableau 5-1 donne les données de base concernant les critères du projet d'approvisionnement en eau des sites du projet.