

3.4.3 Hydrogéologie

(1) Hydrogéologie

Concernant les eaux souterraines principales en tant que source d'eau pour le projet, voici trois éléments qui constituent leur arrière-plan: la Figure 3-5 représente la carte hydrogéologique, le Tableau 3-19 la stratification hydrogéologique, la Figure 3-7 la coupe hydrogéologique de la zone du projet.

Tableau 3-19 Stratification hydrogéologique de la République du Sénégal

Epoque géologique		Couches rocheuses	Eaux souterraines
Quaternaire	Holocène	Nouvelle couche de dunes, alluvions	
	Pléistocène	Couche d'anciennes dunes	Couche aquifère ☉
	Plio-Pléistocène	Basaltes	
Tertiaire	Néogène	Miocène	Couches de grès et de sables argileux hétérogènes (Continental Terminal) Couche aquifère ☉ (partienon consolidée de la couche de sable)
		Paléogène	Lutétien
	Yprésien		Calcaires Marno-calcaires Marnes Couche aquifère ○ (couche de sable, grès)
	Paléocène		Calcaires(couches fines) Marno-calcaires, grès Couche aquifère ○ (couche de sable, grès)
Maestrichtien		Grès et sables	Couche aquifère ☉ (partie non consolidée de la couche de sable)
Ordovicien - Cambrien		Grès, argiles, calcaires	
Précambrien		Granites, schistes	

☉ Bonne couche aquifère; ○ Couche aquifère utilisable insérée.

Les couches aquifères dans l'Yprésien et le Paléocène sont des couches fines, discontinues qui ne fourniront pas un volume important, mais celles des grès crétacés et des calcaires lutétiens sont bonnes;

Figure 3-5 Carte Hydrogéologique

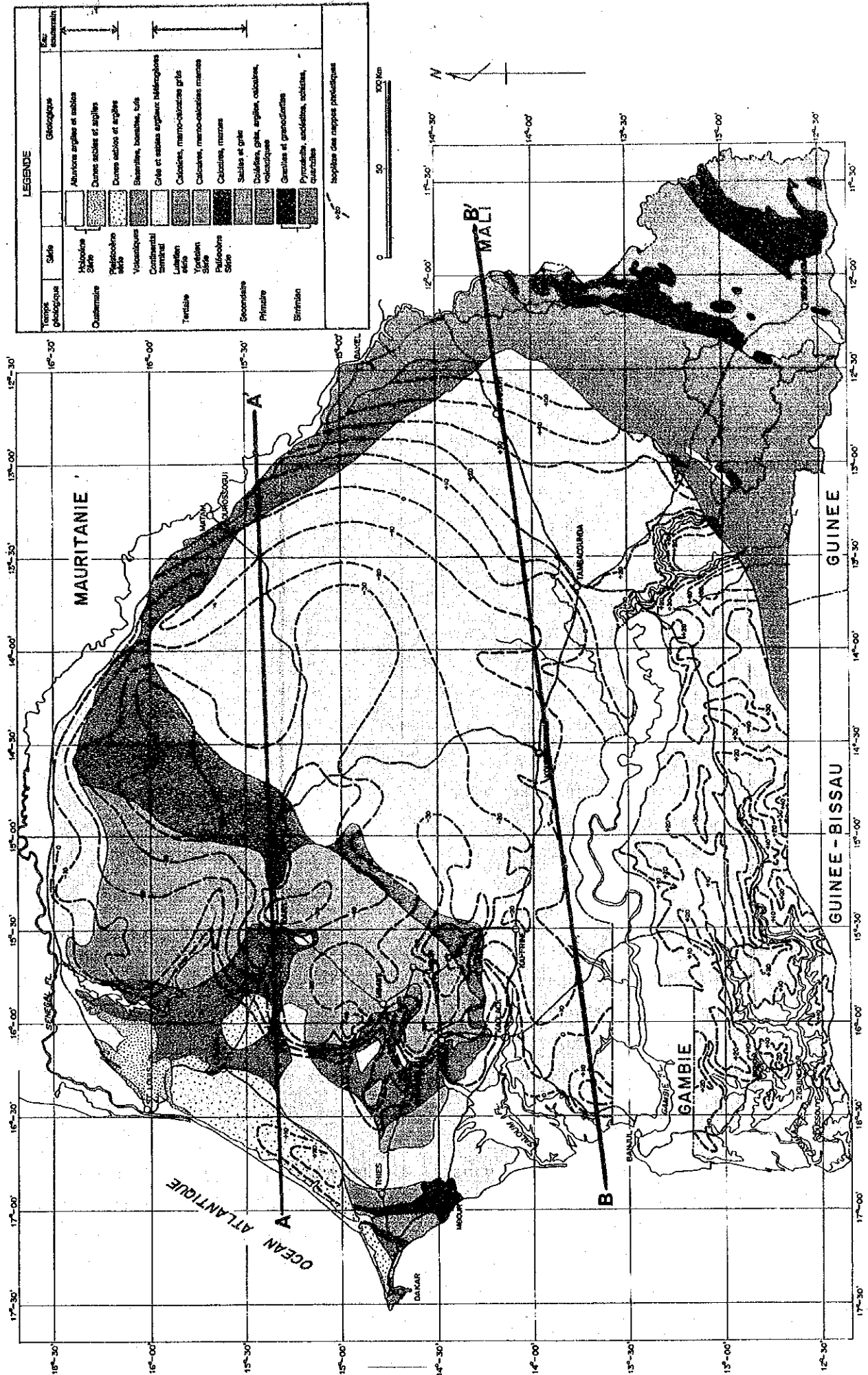
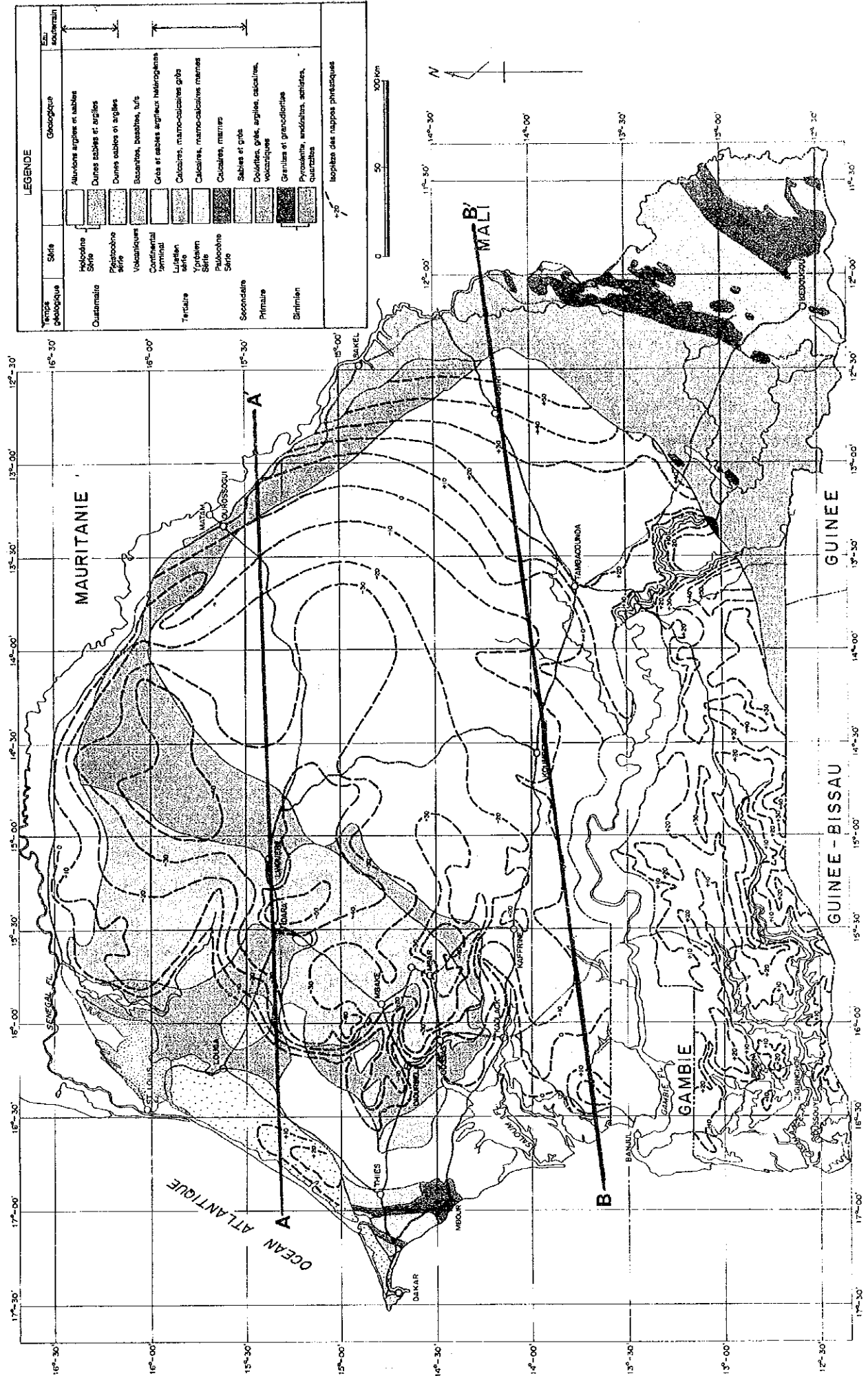


Figure 3-5 Carte Hydrogéologique



Les forages existants sur les sites du projet puisent pratiquement tous dans la couche de grès crétacés; à Goudiry, à l'extrême Est, la surface des roches crétacées se trouve à 76 m de la surface (altitude -17 m), et à l'extrême Ouest, à Kambounar elle se trouve en profondeur, à 210 m (altitude -156 m). Le débit spécifique est très faible comparé à l'Eocène moyen le long de la Route Nationale 2, où le maximum est de 22.264 m³/h/m à Doundé, mais souvent de 2 à 3 m³/h/m.

Par ailleurs, dans la zone de dunes à l'Ouest de la Route Nationale 2, beaucoup de forages puisent dans la couche de sables du Continental Terminal et du Quaternaire, cette eau est utilisée comme eau potable, pour l'agriculture et l'industrie, mais les volumes sont variables selon les régions.

(2) 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. Au contraire, les nappes aquifères des roches de série Eocène et Paléocène, et du système Cétacé sont des eaux sous pression subissant peu l'influence du climat et ont un niveau d'eau stable tout au long de l'année.

Le Tableau 3-20 indique l'ensemble des données des forages. En République du Sénégal, quand un forage est terminé, un hydrogéologue examine le centre, pour établir la période géologique des strates. La Figure 3-6 compare les coupes géologique des forages du projet, et la Figure 3-7 donne une coupe hydrogéologique Est-Ouest basée sur ces données.

Comme le montre clairement la Figure 3-7, les roches crétacées (Maestrichtien) du Sénégal se trouvent à une profondeur de 76 m (-17 m au-dessous du niveau de la mer) à Goudiry à l'extrême Est, et à une

Tableau 3-20 Données des forages

Nom de site	Coupe technique (diamètre et profondeur)										Crépine		Aquifère	Débit (m ³ /h)	Niveau stat. (m)	Niveau dynam. (m)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)
	φ (")	P1(m)	φ (")	P2(m)	φ (")	P3(m)	φ (")	P4(m)	φ (")	P5(m)	Emplacement(m)	Type						
1. Saté Lamou	13 8	25.0	9 8	80.0	4 2	110.0	4	132.0			110.0 ~ 126.0	4 J	(Maestrichtien) Sable graveleuse	35.28	29.50	39.92	10.42	3.385
2. Lougué	10 4	58.6	6 8	102.8	4	122.9					102.8 ~ 118.8	4 J	(Maestrichtien) Sable	80.00	12.57	45.03	32.46	2.464
3. Dan Thialy	10 4	59.45	6 8	120.38	4	140.0					120.38 ~ 136.9	4 J	(Maestrichtien) Sable	75.00	37.70	61.69	23.99	3.126
4. Hamedji Ounéré	8 8	70.3	4 2	87.2	4	112.2					87.2 ~ 107.17	4 J	(Maestrichtien) Sable	56.00	15.70	30.70	15.00	3.733
5. Aouré	8 8	61.8	6 8	86.7	6 8	115.7					86.7 ~ 112.2	6 NR	(Maestrichtien) Sable argileuse	46.00	41.00	55.00	14.00	3.285
6. Doundé	6 8	111.7	6 8	142.2							111.7 ~ 137.2	6 NR	(Maestrichtien) Sable	50.66	63.95	66.45	2.50	20.264
7. Gouloun Mbéthio	10 4	125.0									80 ~ 122	10 3 4 L	(Paléocène) Calcaire	15.00	64.00	71.01	7.01	2.140
8. Kadji Mérina	8 8	57.87	4 2	179.54	4	205.0					179.97 ~ 200.09	4 J	(Maestrichtien) Sable	62.80	10.50	38.69	28.19	2.230
9. Kambounar	10 4	96.0	5	222.0	4 2	248.0					222.0 ~ 240.0	4 J	(Maestrichtien) Sable graveleuse	35.00	52.48	59.50	7.02	4.980
10. Vindou Loubel	8 8	100.5	4 2	250.0	3 2	274.44					246.75 ~ 270.54	3 1 2 J	(Maestrichtien) Sable argileuse	42.08	47.69	59.02	11.33	3.710
11. Gavane Djidati	10 4	163.0	4 2	249.61	4 2	273.53	4 1 2	284.9	4 1 2	310.6	249.61 ~ 255.74 273.53 ~ 279.66 284.90 ~ 303.29	1 4 2 L	(Maestrichtien) Sable	58.80	9.78	29.38	19.60	3.000
12. Mbégué	10 4	95.0	4 2	278.9	4 2	302.0					278.9 ~ 296.7	4 1 2 J	(Maestrichtien) Sable	72.00	42.3	58.60	16.30	4.417
13. Keur Mandoumbé	13 8	101.0	4 2	132.1	4 2	159.0					132.0 ~ 154.0	4 1 2 J	(Maestrichtien) Sable	40.20	49.78	63.12	13.34	3.013
14. Darou Salam Nioro	8	66.0									66.0 ~ 81.0	6 H	(Eocène) Sable	32.00	41.60	44.78	3.18	10.060
15. Darou Salam I	13 8	102.0	4 2	106.97	4	126.9					106.97 ~ 121.87	4 J	(Maestrichtien) Sable	58.00	54.47	60.43	5.96	9.731
16. Diam Diam	10 4	100.0	4 2	145.94	4 2	174.76					145.94 ~ 169.76	4 1 2 J	(Maestrichtien) Sable	32.90	54.40	69.28	14.88	2.210
17. Darou Ndiavène	9 8	109.1	4 2	160.4	4	184.3					160.4 ~ 179.0	4 J	(Maestrichtien) Sable	37.50	57.40	79.05	21.65	1.732
18. Fass Ndimbelane	13 8	110.0	4 2	150.46	4	175.31					150.46 ~ 170.26	4 J	(Maestrichtien) Sable	52.90	58.10	72.37	14.27	3.707
19. Goudiry	10 4	75.0	4 2	127.0	4	156.0					127.04 ~ 150.07	4 J	(Maestrichtien) Sable argileuse	56.04	24.20	27.91	3.71	15.105

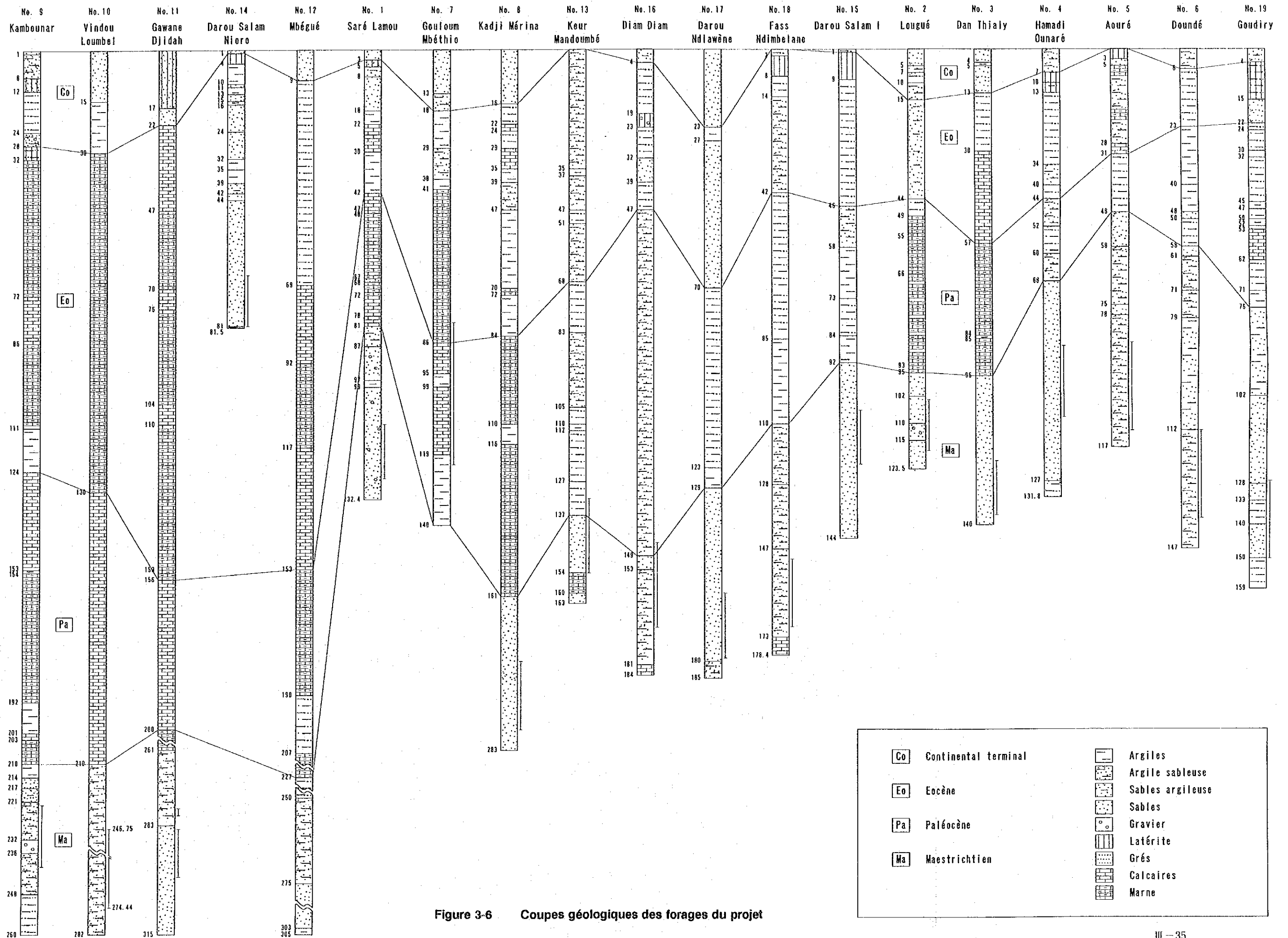


Figure 3-7 Coupe hydrogéologique

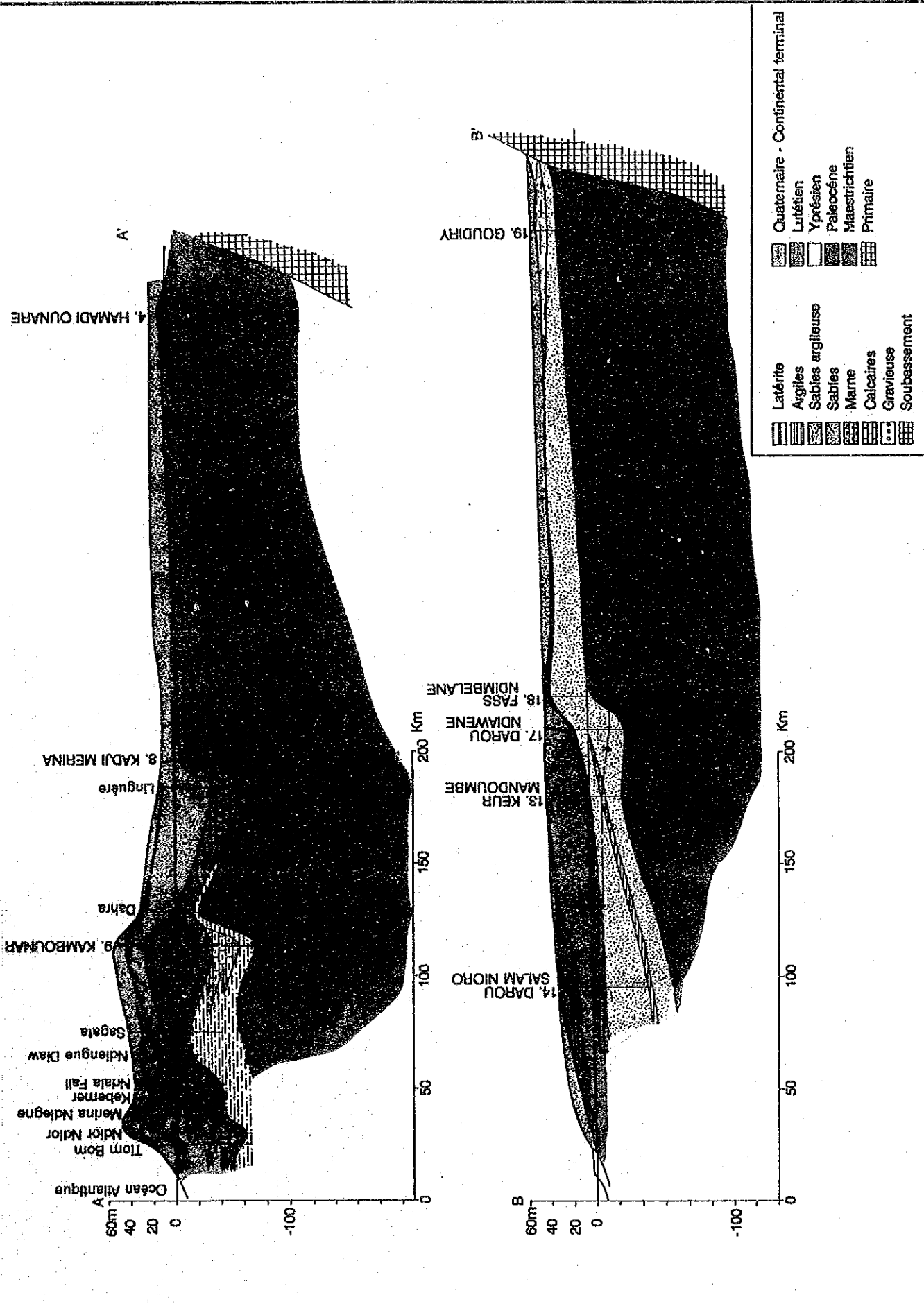
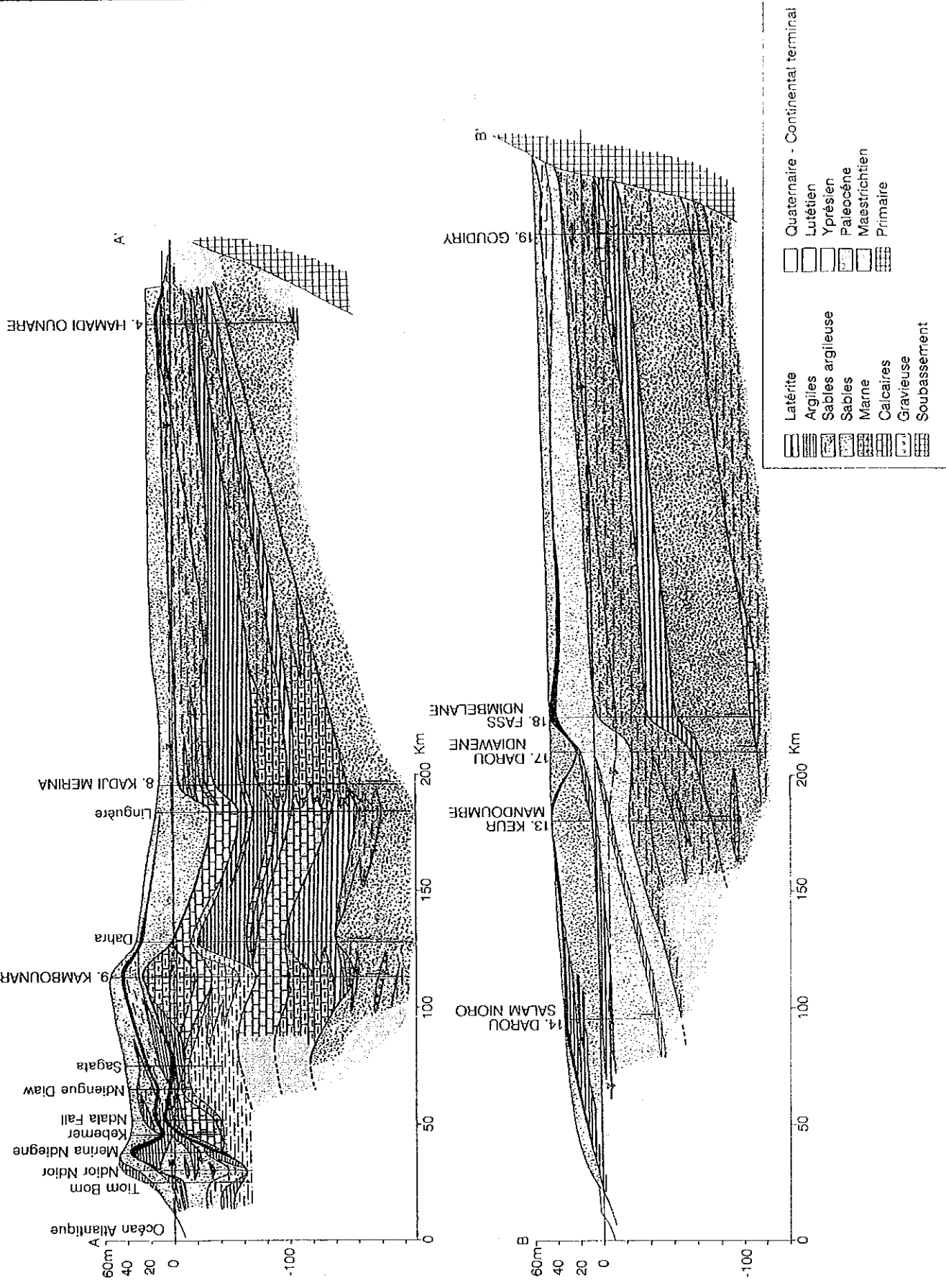


Figure 3-7 Coupe hydrogéologique



profondeur de 210 m (-156 m au-dessous du niveau de la mer) à Kambounar à l'extrême Ouest; en gros, elles sont inclinées à 1/29.000 vers l'Ouest.

(3) Niveau d'eau souterraine

Il est impossible de juger du niveau des eaux souterraines de tout le pays sur la base des documents concernant 19 points éparpillés sur 480 km d'Est en Ouest et 300 km du Nord au Sud. C'est pourquoi nous avons essayé de calculer la profondeur jusqu'à la nappe aquifère sur chaque site et l'altitude du plan d'eau. Le Tableau 3-21 indique l'altitude du plan d'eau, et il permet de constater que le niveau des eaux souterraines dans la zone proche du fleuve Gambie est relativement peu profond.

Tableau 3-21 Niveau statique et altitude du plan d'eau des forages du projet

Nom de site	Altitude (m)	Niveau statique (m)	Altitude du plan d'eau (m)
1. Saré Lamou	26	29,50	-- 3,50
2. Lougué	13	12,57	0,43
3. Dan Thialy	16	37,70	-- 21,70
4. Hamadi Ounaré	21	15,70	5,30
5. Aouré	47	41,00	6,00
6. Doundé	45	63,95	-- 18,95
7. Gouloum Mbéthio	42	64,00	-- 22,00
8. Kadji Mérina	12	10,50	1,50
9. Kambounar	54	52,48	1,52
10. Vindou Loubel	54	47,69	6,31
11. Gawane Djidah	20	9,78	10,22
12. Mbégué	43	42,30	0,70
13. Keur Mandoumbé	44	49,78	-- 5,78
14. Darou Salam Nioro	36	41,60	-- 5,60
15. Darou Salam I	33	54,47	-- 21,47
16. Diam Diam	46	54,40	-- 8,40
17. Darou Ndiawène	48	57,40	-- 9,40
18. Fass Ndimbelane	48	58,10	-- 10,10
19. Goudiry	59	24,20	34,80

(4) Débit et Capacité spécifique

Le débit des forages du projet est connu à partir de l'essai de pompage effectué après l'achèvement du forage, il est de 15 à 95 m³/h. Le rabattement est de 1,925 m à 25,450 m, et les variations sont nombreuses par région. Il est donc difficile de définir si un forage a un débit fort ou faible simplement sur la base du débit mesuré. Par conséquent, on a calculé le débit spécifique (débit divisé par le rabattement; unité utilisée dans ce rapport: m³/h/m). Le Tableau 3-22 indique le résultat de ce calcul. Au Sénégal, l'essai de pompage se fait par étapes après l'achèvement du forage, pour saisir les spécificités de débit du forage.

Tableau 3-22 Débit spécifique des forages du projet

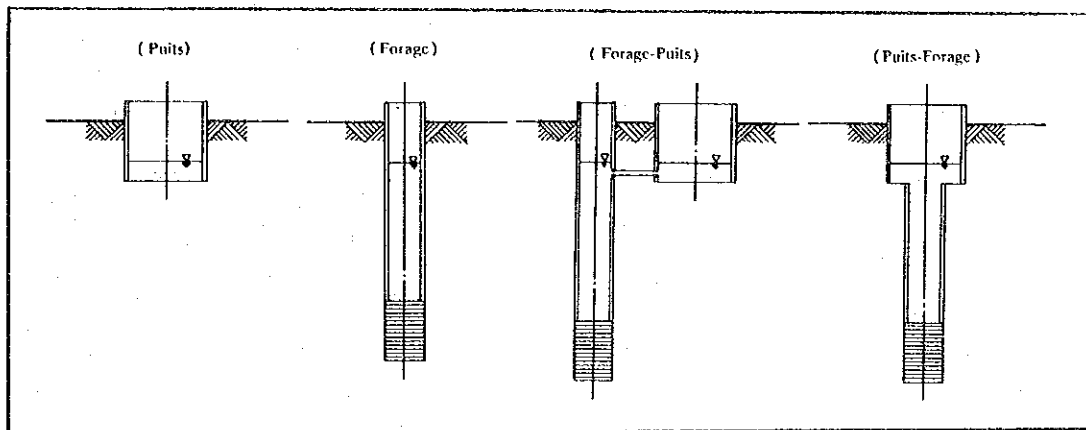
Nom de site	Débit (m ³ /h)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)
1. Saré Lamou	35,28	29,50	39,92	10,42	3,385
2. Lougué	80,00	12,57	45,03	32,46	2,464
3. Dan Thialy	75,00	37,70	61,69	23,99	3,126
4. Hamadi Ounaré	56,00	15,70	30,70	15,00	3,733
5. Aouré	46,00	41,00	55,00	14,00	3,285
6. Doundé	50,66	63,95	66,45	2,50	20,264
7. Gouloum Mbéthio	15,00	64,00	71,01	7,01	2,140
8. Kadji Mérina	62,80	10,50	38,69	28,19	2,230
9. Kambounar	35,00	52,48	59,50	7,02	4,980
10. Vindou Loumbel	42,08	47,69	59,02	11,33	3,710
11. Gawane Djidah	58,80	9,78	29,38	19,60	3,000
12. Mbégué	72,00	42,30	58,60	16,30	4,417
13. Keur Mandoumbé	40,20	49,78	63,12	13,34	3,013
14. Darou Salam Niore	32,00	41,60	44,78	3,18	10,060
15. Darou Salam I	58,00	54,47	60,43	5,96	9,731
16. Diam Diam	32,90	54,40	69,28	14,88	2,210
17. Darou Ndiawène	37,50	57,40	79,05	21,65	1,732
18. Fass Ndimbelane	52,90	58,10	72,37	14,27	3,707
19. Goudiry	56,04	24,20	27,91	3,71	15,105

* Pour le débit, le niveau dynamique et le rabattement, le chiffre est celui du dernier palier.

(5) Structure des ouvrages

Le Sénégal compte quatre types d'installation: les puits, les forages, les forages-puits et les puits-forages. La Figure 3-8 Structure générale des installations montre cette classification.

Figure 3-8 Structure des ouvrages



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 ait 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. La structure des ouvrages utilisés comme source d'approvisionnement sur chaque site est indiquée au Tableau 3-23.

Tableau 3-23 Type d'ouvrage des sites du projet

Nom de site	achevé	Type d'ouvrage	Nom de site	achevé	Type d'ouvrage
1. Saré Lamou	1977	FP	11. Gawane Djidah	1984	FP
2. Lougué	1984	FP	12. Mbégué	1991	F
3. Dan Thialy	1987	FP	13. Keur Mandoumbé	1984	F
4. Hamadi Ounaré	1987	F	14. Darou Salam Niore	1976	F
5. Aouré	1982	F	15. Darou Salam I	1985	F
6. Doundé	1979	F	16. Diam Diam	1984	F
7. Gouloum Mbéthio	1977	F	17. Darou Ndiawène	1985	F
8. Kadji Mérina	1984	FP	18. Fass Ndimbélane	1985	F
9. Kambounar	1976	FP	19. Goudiry	1993	F
10. Vindou Loumbel	1984	F	F: forage = 13, FP: forage-puits = 6		

Les forages existants placés sous la supervision de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, qui constituent les 19 sites du projet, ont forcément été conçus et construits dans l'intérêt des villages où ils se trouvent. Ils appartiennent à l'une des trois catégories suivantes, selon leurs antécédents.

- i) Les forages creusés lors des travaux de construction des routes nationales, qui ont servi à alimenter les travaux routiers, et dont la gestion a été transférée de la Direction des Travaux Publics du Ministère de l'Équipement à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique.
- ii) Les forages planifiés par la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, qui ont été creusés jusqu'à la nappe captive de la couche aquifère près d'un puits bétonné, afin de satisfaire les besoins minimaux des agglomérations pendant la saison sèche, quand le niveau de la nappe baisse. Bien que leur conception ne soit pas appropriée à la population qu'ils doivent desservir, ils sont utilisés en combinaison avec un puits pour former une unité forage-puits.
- iii) Les forages planifiés par la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique dans le but de les équiper par la suite d'une unité de pompage motorisée, afin de répondre aux besoins des villages où ils se trouvent. Quelques-uns sont déjà équipés dans ce sens, d'autres ne le sont pas encore et restent fermés, car leurs unités de pompage ne sont pas encore inscrites au budget.

Les données des forages du projet sont indiquées au Tableau 3-24. La profondeur des forages est de 81,5 m - 315 m, le diamètre des tubages est de 3"1/2 - 13"3/8 d'acier et il n'y a pas de problème de structure. Les coupes techniques des forages du projet sont indiquées dans l'Annexe 7.

Tableau 3-24 Données des forages du projet

Nom de site	Type de ouvrage	Année	Titre de projet	Financement	Entreprise	Diamètre de casing (in)	Profondeur (m)
1. Saré Lamou	FP	1977	RFA	KfW	SONAFOR	13 3/8	132,4
2. Lougué	FP	1984	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	SONAFOR	10 3/4	123,5
3. Dan Thialy	FP	1987	OMVS/USAID	USAID	SONAFOR	10 3/4	140
4. Hamadi Ounaré	F	1987	OMVS/USAID	USAID	FORACO	8 5/8	131,8
5. Aouré	F	1982	PADEC	PADEC	INTRAFOR-COFOR	8 5/8	117
6. Doundé	F	1979	Routier	Sénégal	INTRAFOR-COFOR	6 5/8	147
7. Gouloum Mbéthio	F	1977	Sécheresse	Sénégal	SONAFOR	10 3/4	140
8. Kadji Mérina	FP	1984	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	SASIF	8 5/8	206
9. Kambounar	FP	1976	RFA	KfW	SONAFOR	10 3/4	260
10. Vindou Loumbel	F	1984	BNE	Sénégal	SASIF	8 5/8	282
11. Gawane Djidah	FP	1984	AEZS	Belge	FORAKI	10 3/4	315
12. Mbégué	F	1991	CEAO 2	ROAD, Sénégal	COFOR	10 3/4	305
13. Keur Mandoumbé	F	1984	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	INTRAFOR-COFOR	13 3/8	163
14. Darou Salam Niore	F	1976	BNE	Sénégal	SONAFOR	8	81,5
15. Darou Salam I	F	1985	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	SONAFOR	13 3/8	144
16. Diam Diam	F	1984	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	INTRAFOR-COFOR	10 3/4	184
17. Darou Ndiawène	F	1985	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	INTRAFOR-COFOR	9 5/8	185
18. Pass Ndimbelane	F	1985	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	SONAFOR	13 3/8	178,4
19. Goudiry	F	1993	BNE	Sénégal	COFOR	10 3/4	159

PADEC: Association panafricaine pour le développement économique communautaire
 AEZS: Approvisionnement en eau en zone sahélienne

(6) Qualité de l'eau

Parmi les eaux souterraines libres de la République du Sénégal, il y a des zones où la teneur en sel est très forte; dans le centre, elle dépasse 5.000 mg/l. Mais les forages de la zone du projet puisent pratiquement tous dans des eaux souterraines relativement pressurisées dans des sables à grès du Maestrichtien (début du crétacé)(A Gouloum Mbéthio, ce sont des roches calcaires du Paléocène, et à Darou Salam Nioro, une couche de sable Eocène.) où la densité en ions de chlore est inférieure à la norme de 250 mg/l de l'OMS. Mais, la teneur en fer est supérieure à la norme de l'OMS à Keur Mandoumbé et à Goudiry. Le Tableau 3-25 indique la composition chimique de l'eau des forages, et le Tableau 3-26 les résultats de l'analyse de la qualité de l'eau.

3.4.4 Installations hydrauliques existantes

15 des 19 sites de l'étude possèdent une installation hydraulique, et au moment de l'étude 4 de ces 15 installations étaient en panne. Pour les 4 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 Saré Lamou, à Aouré, à Doundé et à Darou Salam Nioro, ainsi qu'un petit réservoir au sol. Des bornes fontaines et des abreuvoirs pour la distribution de l'eau sont installés à Aouré et à Darou Salam Nioro, et des abreuvoirs seulement sont installés à Saré Lamou et à Doundé, mais ils sont vétustes et leur structure et leur capacité ne sont pas appropriées à l'échelle des villages. Durant l'étude, à Saré Lamou et à Aouré, les installations hydrauliques n'étaient plus fonctionnelles.

Sur 10 sites, des pompes à balancier sont installées. Leur débit étant faible, elles devront être améliorées.

Une pompe manuelle rotative est installée sur le puits d'un forage- puits à Gawane Djidah. Le débit est faible par rapport aux heures de fonctionnement, et on ne peut pas dire que le rendement soit bon.

Tableau 3-25 Composition chimique de l'eau de sources

Nom de site	Date de l'analyse	pH	Anions					Cations					
			Cl ⁻ (mg/l)	So ₄ ²⁻ (mg/l)	No ₃ ⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Fe (mg/l)	
1. Saré Lamou	'77. 1. 7	8,1	39,0	30,7	< 2	1,5	49,5	23,1	50,6	2,8	< 0,1	—	
2. Lougué	'84. 4. 18	7,7	29,3	4,8	—	0,45	62,7	25,4	19,5	1,9	< 0,1	—	
3. Dan Thialy	'84. 6. 3	7,2	12,0	38,4	—	0,35	53,9	21,8	8,7	—	< 0,1	< 0,5	
4. Hamadi Ounaré	'87. 2. 26	5,9	9,2	—	< 2	0,3	7,2	1,0	1,9	—	< 0,1	< 0,2	
5. Aouré	'82. 2. 1	6,2	3,5	1,0	< 2	0,15	20,4	2,3	4,2	0,7	< 0,1	—	
6. Doundé	'79. 11. 19	5,9	4,3	1,9	< 2	0,15	23,6	1,8	2,6	0,5	< 0,1	—	
7. Gouloum Mbéthio	'77. 8. 23	7,7	114,9	93,2	40,0	1,2	50,5	34,3	97,0	10,0	< 0,1	—	
8. Kadji Mérina	'84. 7. 31	7,6	37,6	193,6	< 2	0,6	57,7	13,1	125,6	3,4	< 0,1	< 0,2	
9. Kambounar	'87. 7. 6	7,9	119,9	45,1	< 2	1,4	10,0	3,6	218,0	11,2	< 0,1	0,2	
10. Vindou Loumbel	'84. 7. 17	8,3	111,3	—	< 2	1,2	8,4	trace	207,0	11,7	< 0,1	—	
11. Gawane Djidah	'84. 5. 29	7,9	268,1	1,0	< 2	1,2	10,0	trace	299,0	7,8	< 0,1	0,13	
12. Mbégué	'91. 5. 29	7,8	113,5	140,2	2,0	1,0	3,0	6,8	247,2	1,0	< 0,1	< 0,1	
13. Keur Mandoumbé	'84. 12. 17	8,5	32,6	—	< 2	0,2	2,6	trace	9,2	1,2	< 0,1	1,2	
14. Darou Salam Niore	'76. 7. 5	8,0	5,7	1,0	< 2	0,45	9,2	1,9	2,5	0,2	< 0,1	—	
15. Darou Salam I	'85. 3. 3	7,4	7,8	—	2,0	0,25	24,2	8,6	20,7	0,4	< 0,1	—	
16. Diam Diam	'84. 12. 28	6,5	5,4	—	< 2	0,5	11,8	trace	16,6	1,2	< 0,1	4,0	
17. Darou Ndiawène	'85. 2. 18	5,9	6,0	—	< 2	0,2	5,0	trace	—	—	—	—	
18. Pass Ndimbelane	'85. 2. 22	6,4	6,4	—	< 2	0,1	4,6	trace	13,5	—	< 0,1	—	
19. Goudiry	'82. 11. 10	6,6	5,7	1,0	< 2	0,1	14,2	0,1	12,0	1,0	0,1	1,7	

Tableau 3-25 Qualité de l'eau de sources d'eau du projet

Nom de site	Cl ⁻ (mg/l)	T-Fe (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Dureté totale (mg/l)	pH (—)	Conductivité (µS/cm)
1. Saré Lamou	70	<0,2	1,2	<0,1	<0,006	<0,23	50	25	270	7,2	660
2. Lougué	60	<0,2	1,0	<0,1	0,015	0,5	100	30	360	7,3	640
3. Dar Thialy	70	<0,2	0,8	<0,1	<0,006	<0,23	230	20	665	7,0	1.390
4. Hamadi Ounaré	20	<0,2	0,4	<0,1	<0,006	<0,23	5	0	10	6,5	90
5. Aouré	10	<0,2	0,3	<0,1	<0,006	<0,23	20	5	70	5,9	152
6. Doundé	15	<0,2	0,5	<0,1	<0,006	<0,23	20	2	60	5,9	95
7. Gouloum Mbéthio	120	<0,2	1,0	<0,1	<0,006	<0,23	50	35	330	7,7	790
8. Kadji Mérina	75	0,2	1,0	<0,1	<0,006	<0,23	60	15	305	7,1	1.100
9. Kambounar	190	0,2	1,2	<0,1	<0,006	<0,23	10	4	50	7,6	970
10. Vindou Loumbel	175	<0,2	1,2	<0,1	<0,006	<0,23	20	0	45	7,8	1.150
11. Gawane Djidah	245	0,13	1,1	<0,1	<0,006	<0,23	10	0	25	7,7	1.470
12. Mbégué	170	0,2	0,8	<0,1	<0,006	<0,23	20	10	90	7,8	1.031
13. Keur Mandoumbé	6	1,2	0,2	<0,1	<0,006	<0,23	10	0	25	6,5	105
14. Darou Salam Niolo	6	0,18	0,4	0,5	<0,006	<0,23	10	2	35	6,5	64
15. Darou Salam I	15	<0,2	1,0	<0,1	<0,006	2,0	25	10	140	6,9	290
16. Diam Dian	15	<0,2	1,0	<0,1	<0,006	<0,23	30	0	70	5,9	128
17. Darou Ndiawène	15	<0,2	0,5	<0,1	<0,006	<0,23	20	1	55	6,1	240
18. Fass Ndimbelane	6	<0,2	0,2	<0,1	<0,006	<0,23	20	0	50	6,4	150
19. Goudiry	10	0,6	0,2	0,1	<0,006	<0,23	15	0	60	6,6	120
Standard de la qualité d'eau	250	0,3	1,5	—	10	—	—	—	500	6,5-8,5	2.000
Japon	200	0,3	0,8	—	10	—	—	—	300	5,8-8,6	—

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. Comme le forage de source d'eau a connu des problèmes d'écoulement de sable dans la nappe aquifère, un nouveau forage construit au début de l'an 1993 est utilisé, mais les installations hydrauliques nécessitent une réhabilitation.

Le Tableau 3-27 indique les installations hydrauliques existant sur les sites de l'étude.

3.4.5 Utilisation de l'eau souterraine et environnement

Un essor économique important donne des bénéfices illimités aux habitants, mais il ne faut pas fermer les yeux sur la destruction de l'écosystème qui en découle. La pollution des eaux souterraines en est un exemple typique. La modification des mécanismes d'alimentation des eaux souterraines due à l'extension des terres cultivées et à l'abattage des arbres, le pompage excessif des eaux souterraines dû à l'augmentation de la population et l'augmentation de la consommation individuelle, l'augmentation des eaux à usage industriel, etc. ont provoqué la baisse du niveau des eaux souterraines, des affaissements de terrain et la pollution des eaux, qui sont des problèmes à l'échelle mondiale.

Heureusement, grâce aux caractéristiques de ses strates géologiques et à ses caractéristiques hydrogéologiques, le Sénégal ne connaît pas d'affaissements de terrain. Mais à cause du pompage excessif, aux environs de Dakar et dans la région côtière Nord, l'eau de mer a pénétré dans la source d'eau potable de conserveries, et l'eau de la source est devenue salée. Par ailleurs, à l'intérieur des terres, il y a des puits très pollués par les eaux usées de la vie quotidienne.

L'intérieur du pays a une altitude d'environ 50 m, et le sol se compose d'une fine couche supérieure de sable, sous laquelle on trouve une couche tertiaire, ou bien une couche plus ancienne consolidée, ce qui pourrait difficilement provoquer un affaissement du terrain.

Tableau 3-27 Installations hydrauliques existantes

Nom de site	Nbre de puits	Equipement du puits	Equipement du forage	Fonctionnement du forage	Réervoir d'eau	Equipement d'adduction d'eau
1. Saré Lamou	3	Pompe éolien	Electropompe	En panne	RS de petite capacité	Abreuvoir X 4
2. Lougué	4	Néant	Pompe à balancier	Fonction	RS de petite capacité	Rampe, Abreuvoir, Station de charrettes
3. Dan Thialy	5	Néant	Pompe à balancier	Fonction	RS de petite capacité	Rampe, Abreuvoir, Station de charrettes
4. Hamadi Ounaré	8	Néant	Néant	—	Néant	Néant
5. Acouré	5	Néant	Electropompe	Pas fonction	Réservoir en béton ouvert	Borne fontaine X 2, Abreuvoir X 1
6. Doundé	1	Néant	Electropompe	Fonction	Réservoir en béton ouvert	Abreuvoir X 1
7. Gouloum Mbéthio	1	Néant	Pompe à balancier	Fonction	Réservoir en béton ouvert	Abreuvoir X 1
8. Kadji Mérina	1	Néant	Pompe à balancier	Fonction	RS de petite capacité	Rampe, Abreuvoir, Station de charrettes
9. Kambounar	1	Néant	Néant	—	Néant	Abreuvoir X 4
10. Vindou Loubel	1	Néant	Pompe à balancier	Fonction	Réservoir en béton ouvert	Néant
11. Gawane Djidah	4	Pompe manuelle x 4	Néant	—	Néant	Abreuvoir X 4
12. Mbégué	2	Néant	Néant	—	Néant	Néant
13. Keur Mandoumbé	4	Néant	Pompe à balancier	En panne	RS de petite capacité	Rampe, Abreuvoir, Station de charrettes
14. Darou Salam Niou	2	Néant	Electropompe	Fonction	RS de petite capacité	Borne fontaine X 1, Abreuvoir X 1
15. Darou Salam I	2	Néant	Pompe à balancier	Fonction	RS de petite capacité	Rampe, Abreuvoir, Station de charrettes
16. Diam Diam	2	Néant	Pompe à balancier	Fonction	RS de petite capacité	Rampe, Abreuvoir, Station de charrettes
17. Darou Ndiawène	4	Néant	Pompe à balancier	Fonction	RS de petite capacité	Rampe, Abreuvoir, Station de charrettes
18. Fass Ndibelane	3	Néant	Pompe à balancier	En panne	RS de petite capacité	Rampe, Abreuvoir, Station de charrettes
19. Goudiry	30	Néant	Electropompe	Fonction	Château d'eau (400m ² , 15 m) Réservoir au sol (400m ²)	Réseau de canalisation, B.P. X 134 Borne fontaine X 11, Abreuvoir X 8

Le volume de pompage des forages, dont les eaux sous pression sont peu influencées par le climat, ne varie pas, et l'eau est purifiée naturellement par son passage dans 100 à 200 m de sol, et non polluée par les eaux usées de la vie quotidienne des puits; par ailleurs, les forages étant distants de 3 à 5 km, l'influence mutuelle sur le volume pompé est faible. Vu ces points, les dommages subis par les eaux souterraines au Sénégal proviennent de l'infiltration de l'eau de mer.

Le phénomène de salinisation des eaux souterraines peut se diviser en trois types:

- (1) Infiltration de l'eau de mer
- (2) Infiltration d'eau salée (eau fossile)
- (3) Alimentation artificielle

Selon l'explicatif concernant la carte hydrologique publiée par le Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique du Sénégal en 1967, les eaux souterraines non pressurisées du pays peuvent se classer en quatre types:

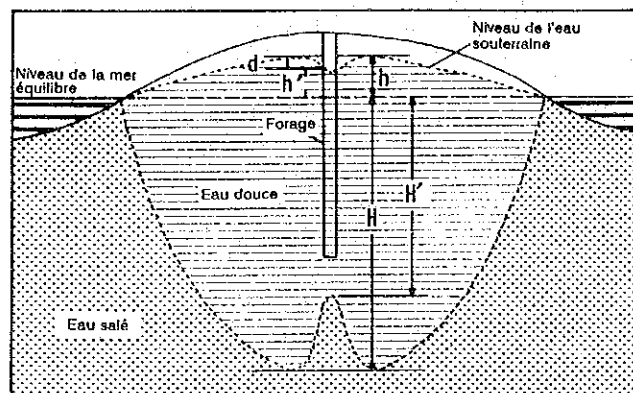
- Type 1: eaux bicarbonatées calciques
- Type 2: eaux chlorurées sodiques
- Type 3: eaux chlorurées calciques
- Type 4: eaux bicarbonatées sodiques

Ces eaux passent des eaux bicarbonatées calciques aux eaux chlorurées sodiques en allant de l'Est vers l'Ouest, et entre les deux, on trouve des eaux chlorurées calciques ou des eaux bicarbonatées sodiques. La structure chimique des eaux de la partie Est reflète principalement un processus de purification par le sol des eaux d'infiltration pénétrant dans les couches; par ailleurs, on estime que dans l'Ouest, la cause de la salinisation est la concentration de sel suite à la circulation des eaux souterraines. Les eaux chlorurées sodiques sur la côte sont dues à la pénétration d'eau de mer, et celles dans le bassin du fleuve Sénégal datent certainement de la pénétration de la mer à l'époque Quaternaire. Les eaux très salées qu'on trouve dans la plaine côtière du bassin fluvial du Sénégal, en aval du fleuve Saloum et du fleuve Casamance sont dues à la pénétration d'eau de mer (phénomène (1)), et

celles qu'on trouve sur les plateaux au phénomène de salinisation (2) précité. Par ailleurs, un barrage anti-marée a été construit en aval du Lac de Guiers sur le fleuve Sénégal, et l'eau de mer ne remonte pas en amont. La Figure 3-9 présente la carte hydrochimique du Sénégal.

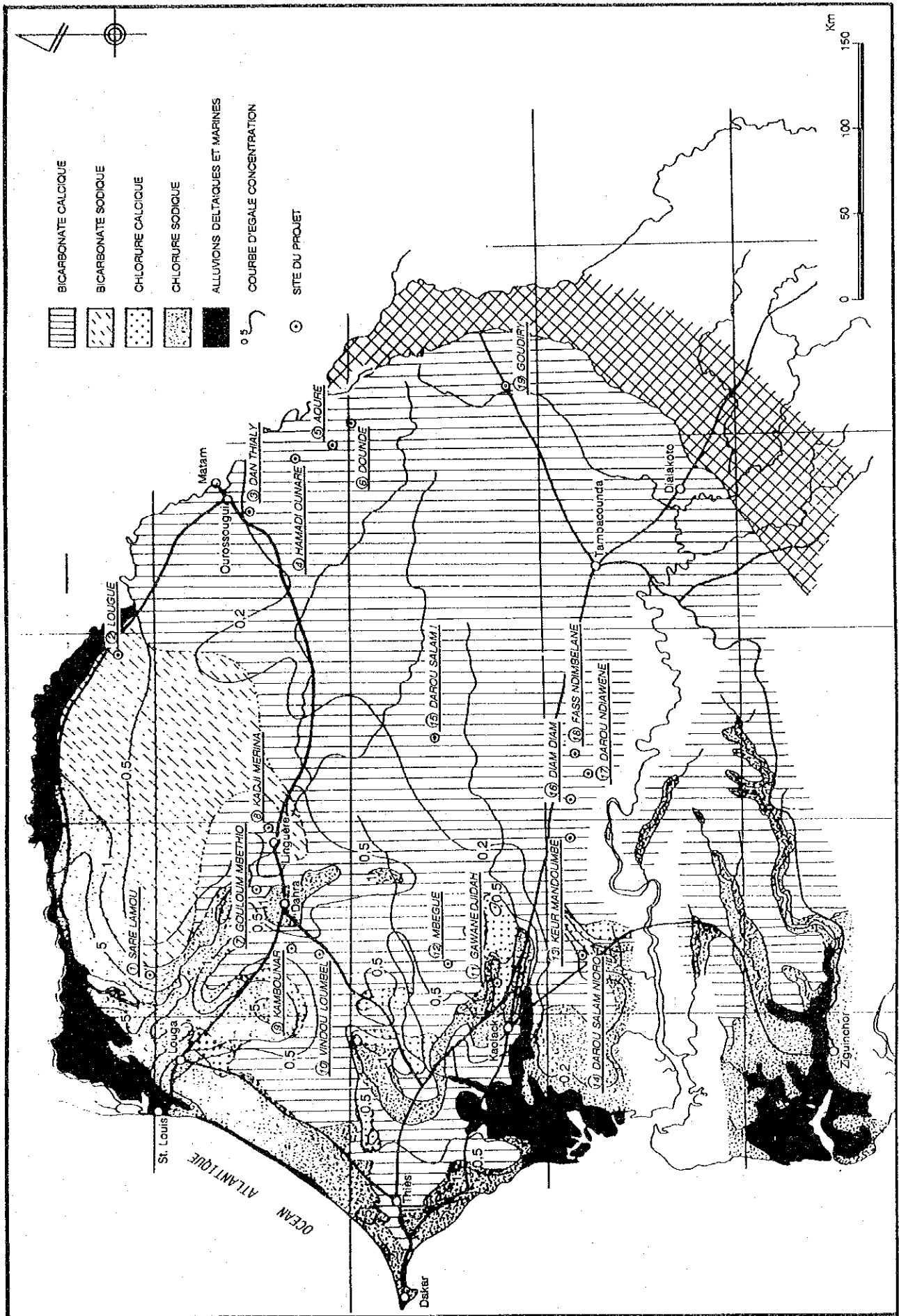
La pollution très forte et la plus étendue est l'augmentation des ions de sels suite à la pénétration de l'eau de mer dans les zones côtières. Le principe de la loi de Ghyben-Herzberg, "Il y a pénétration d'eau de mer quand le plan d'eau des eaux souterraines est inférieur au niveau moyen de la mer", est vérifié. La figure ci-dessous indique ce principe.

Figure 3-10 Principe de Ghyben-Herzberg



Autrement dit, en prenant le plan de l'eau de mer comme critère, la relation entre le plan des eaux souterraines (h) et la profondeur jusqu'à la base de l'eau douce (limite entre l'eau douce et salée) est $H = 42 \times h$. D'après cette formule, quand le niveau d'eau du puits atteint le niveau de la mer, l'eau salée remonte jusqu'au plan de l'eau de mer sous la pression de l'eau de mer. Par conséquent, on ne peut pas imaginer la pénétration d'eau de mer sur des plateaux éloignés de la côte, mais il faut faire en sorte que le plan des eaux souterraines des bassins fluviaux ou aux contacts avec les plateaux avoisinants, situés dans la portée de remontée de l'eau de mer, ne soit pas inférieur au niveau de la mer.

Figure 3-9 Carte hydrochimique



CHAPITRE IV CONTENU DU PROJET

Chapitre IV

Contenu du projet

4.1 Objet 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. Sur les sites du projet, pendant la saison des pluies, on utilise l'eau des flaques d'eau pour faire la lessive et pour le bétail, et l'eau souterraine des puits ou forages comme eau potable. Parmi les puits, on va puiser l'eau avec un seau attaché au bout d'une corde. Les forages sont équipés de pompes simples de petites dimensions, avec installations hydrauliques insuffisantes. Dans tous les cas, les conditions d'hygiène sont particulièrement mauvaises et le puisage de l'eau, qui est un travail plutôt pénible est assuré par les femmes et les enfants, et bien sûr, même dans le cas de puits à pompe, le trajet depuis le point d'eau est 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 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 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. 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 en milieu rural comprenant des installations hydrauliques pour 19 sites dans les régions de Saint Louis, Louga, Kaolack et Tambacounda.

L'enquête sur place a donné l'évaluation, indiquée au Tableau 4-1, pour les sites du projet. Ainsi, l'accessibilité au site pour l'apport des équipements y est variable, mais bonne en général. D'autre part, le volume et la qualité de l'eau des forages existants, utilisés comme source d'alimentation, ne posent pas de problème. Concernant la collaboration fournie pour l'exécution des travaux et la maintenance des installations, dans chaque agglomération, un comité de gestion hydraulique autonome sera formé et mis sous tutelle du Ministère de l'Hydraulique, et chaque agglomération ayant actuellement un comité de gestion autonome, la création de ces organismes ne devrait pas poser de problème.

On y pratique à la fois l'agriculture et l'élevage, et leur caractéristique est de compter un cheptel très important. La population bénéficiaire du projet sera de quelque 45.760 habitants, et le cheptel considéré de 118.680 têtes.

Tableau 4-1 Evaluation des sites du projet

Nom de site	Source d'eau		Accès	Evaluation
	Débit	Qualité		
1. Saré Lamou	⊙	⊙	○	approprié
2. Lougué	⊙	⊙	⊙	approprié
3. Dan Thialy	⊙	⊙	○	approprié
4. Hamadi Ounaré	⊙	⊙	⊙	approprié
5. Aouré	⊙	⊙	⊙	approprié
6. Doundé	⊙	⊙	⊙	approprié
7. Gouloum Mbéthio	⊙	⊙	○	approprié
8. Kadji Mérina	⊙	⊙	○	approprié
9. Kambounar	⊙	⊙	○	approprié
10. Vindou Loumbel	⊙	⊙	⊙	approprié
11. Gawane Djidah	⊙	⊙	⊙	approprié
12. Mbégué	⊙	⊙	○	approprié
13. Keur Mandoumbé	⊙	○	○	approprié
14. Darou Salam Niouro	⊙	⊙	⊙	approprié
15. Darou Salam I	⊙	⊙	○	approprié
16. Diam Diam	⊙	⊙	○	approprié
17. Darou Ndiawène	⊙	⊙	○	approprié
18. Fass Ndimbelane	⊙	⊙	○	approprié
19. Goudiry	⊙	⊙	○	approprié

Note: Débit Qualité Accès
 ⊙ suffisant bonne route revêtue
 ○ acceptable acceptable route non-revêtue

4.2.3 Etude des équipements et matériels de maintenance

Le présent projet comprend non seulement la construction d'installations hydrauliques sur 19 sites de 4 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 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 9 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 apprécié 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 197 mille 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 des pompes 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 pour leur maintenance, mais actuellement (1993) un système de maintenance et de sauvegarde est en place pour 623 installations.

Par ailleurs, en ce qui concerne les systèmes de pompage de rechange, on a défini 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, en se concentrant sur les équipements et matériels essentiels tels qu'engins et véhicules de soutien.

1. Equipements pour le transport et la communication

(1) Véhicules pick-up

Il est utilisé pour le transport du personnel d'entretien et la maintenance des installations hydrauliques. Il parcourra sans doute beaucoup de route en mauvais état, ce sera une véhicule 4 x 4.

(2) Véhicules 4 x 4

Il servira au transport du personnel et de charges légères pour la maintenance des installations hydrauliques. Ce sera une véhicule 4 x 4 vu les conditions d'accès difficiles aux sites.

(3) Radio-téléphone sans fil

Il servira pour la communication entre le siège de la Direction et les organismes sur place et les brigades mobiles assurant la sauvegarde dans les agglomérations 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. Equipements pour l'entretien et l'inspection

(1) Camion porteur avec grue

Le camion sera utilisé pour le transport du matériel, ainsi que pour évacuer ou assister les machines en panne.

(2) Sonde hydraulique

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.

(3) Outillage pour la brigade de maintenance

Les brigades de maintenance ont neuf sections dans le territoire national où peuvent être effectuées les réparations simples. L'outillage d'entretien complet qui sera fourni facilitera énormément leur tâche.

(4) Outillage pour les sites

Il contiendra les outils nécessaires à la maintenance quotidienne sur chaque site.

3. Composants du dispositif de rechange

(1) Electropompe

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) Groupe électrogène

Un moteur multi-étage vertical ou un moteur immergé sera choisi selon la hauteur manométrique totale et les caractéristiques des pompes. On choisira des pompes compatibles avec celles déjà fournies, et une unité de réserve sera fournie pour permettre le remplacement d'une unité en panne durant sa réparation de celles qui se trouvent dans un environnement ne permettant pas la réparation sur place.

(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 partie concernées.

4.3 Aperçu du projet

4.3.1 Organisme d'exécution et système d'exploitation

La Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH) sous tutelle du Ministère de l'Hydraulique est l'organe d'exécution du projet. La DGRH a été l'organe d'exécution de tous les projets réalisés dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable. Ainsi, ce sera la DGRH qui sera responsable de l'ensemble du projet, depuis la planification, la mise à exécution et jusqu'à la maintenance après l'achèvement des travaux.

Les installations achevées seront inspectées par 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, Linguère, Ndioum, Matam, Kaolack, Tambacounda et Goudiry. 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 d'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 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 le DEM, effectuera, 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.

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 19 sites dans 4 régions, de la requête. Les 19 sites du projet sont dispersés dans 4 régions, et situés à 220 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, 200 à 600 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 selon les saisons.

Le tableau ci-dessous donne un abrégé des installations hydrauliques à construire sur les 19 sites du projet. 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 4-2 Installations hydrauliques du projet

I t e m	Quantité
Équipement de pompage et cabine de machinerie	19
Château d'eau	6
Réservoir au sol	12
Borne fontaine	121
Abreuvoirs	36
Station de charettes	18

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 4-3 Equipements et matériaux de maintenance

I t e m	Description	Application
1. Equipements pour le transport et la communication	Véhicule pick-up Véhicule 4 x 4 Radio-téléphone sans fil	Transport des marchandises Transport du personnel Communication entre la base de la brigade mobile
2. Equipements pour l'entretien et l'inspection	Camion porteur avec grue Sonde hydraulique Outils pour l'aménagement	Aménagement et inspection Inspection de forage Inspection pour l'équipement
3. Composants du dispositifs de rechange	Electropompe et Groupe électrogène Pièces de rechange	Pompage Maintenance des instruments

4.3.4 Exploitation et gestion après l'achèvement des installations hydrauliques

Le service d'exploitation et de gestion de l'alimentation en eau potable dans les zones rurales est sous la responsabilité de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, et assuré par la Subdivision de la maintenance, qui s'occupe de tous les forages du pays. Aussi, lui est-il bien difficile, avec son propre matériel et son personnel, et sans la coopération des habitants de faire face aux réparations ou au renouvellement du matériel vétuste, à la rénovation des pompes utilisées pour la distribution urgente, à cause d'un puits à sec du fait de la sécheresse récente, et à tous les problèmes d'exploitation et d'entretien qui se multiplient chaque année.

Jusqu'à présent, les services d'alimentation en eau potable dans les zones rurales de l'Etat fournissaient gratuitement l'eau aux populations rurales, afin d'améliorer leur niveau de vie et les conditions sanitaires, contrairement au système pratiqué par la SONEES, société qui administre les services d'alimentation en eau des villes, l'Etat inscrit donc les frais d'exploitation et d'entretien de l'eau rurale à son budget, en plus des frais de construction et des frais d'administration. Autrement dit, le fonctionnement de chaque site étant assuré par le personnel régulier de la Division de l'Exploitation et de la Maintenance ou par un opérateur local, le salaire des employés

titulaires, les frais de fonctionnement des machines, notamment les frais de carburant, le coût des pièces détachées, et les frais de réparation sont inscrits dans les frais de gestion et d'entretien annuels du budget.

La maintenance a été classée prioritaire dans les mesures du Gouvernement Sénégalais en 1980, sur le plan des structures, du personnel, du budget, etc. Autrement dit, bien que les effectifs des ministères et agences gouvernementales aient été réduits, on a fait une exception pour le personnel de maintenance du Ministère de l'Hydraulique, qui a été renforcé. Mais, on ne peut pas dire que le budget soit suffisant, si l'on considère l'augmentation des nouvelles installations et les frais afférents, les réparations, etc. relatives aux installations vieillies, et la coopération des habitants est indispensable. Depuis 1978, dans tout le pays, la systématisation s'est faite d'abord indépendamment, puis selon les instructions administratives, et le comité de gestion créé dans chaque agglomération possédant une installation hydraulique pour participer à son exploitation a été codifié par le Ministère de l'Intérieur, le Ministère de l'Hydraulique et le Secrétaire d'Etat à la Décentralisation le 9 janvier 1984, ce qui lui a donné une forme plus efficace qu'il conserve à ce jour. Autrement dit, les habitants des agglomérations objets du projet d'hydraulique rurale devront former des comités de gestion comme précité conformément à la loi pour la concrétisation des travaux. Ce comité de gestion assurera la collecte mensuelle des frais d'eau pour chaque ménage ou carré, et pourra ainsi prendre en charge les frais d'exploitation comprenant principalement le salaire du conducteur et les frais de carburant. Dans cette situation, le Ministère de l'Hydraulique est en train d'établir son nouveau budget comprenant un budget pour la maintenance, pour les nouveaux projets du prochain exercice, le présent projet y compris.

Le Tableau 4-4 indique le montant unitaire mensuel du projet des comités de gestion des 19 sites du projet, et le Tableau 4-5 le montant annuel des frais nécessaires aux comités de gestion. Actuellement, parmi les sites du projet, on ne peut pas dire que ce montant soit insuffisant, mais dans les agglomérations où il y a des installations

hydrauliques, chaque habitant verse en moyenne environ 75 F CFA par mois au comité de gestion. On estime les frais de maintenance des installations hydrauliques du projet à 100 F CFA par mois, et l'on pense que les habitants pourront prendre en charge ce montant en échange d'un approvisionnement en eau stable, sûr et en quantité suffisante. Par ailleurs, les frais encourus pour le renouvellement des équipements de pompage et des groupes électrogènes, sont comme par le passé couverts par le budget de la Division de l'Exploitation et de la Maintenance, à titre de frais publics, et comme on prévoit que ces frais de renouvellement vont augmenter dans l'avenir, les bureaux régionaux de la DHIR ont estimé la longévité des installations, établi la période de renouvellement et les frais afférents, et recommandé aux comités de gestion de constituer un fonds à cet effet; une partie des comités de gestion a déjà commencé cette constitution. Il est évident que les conditions d'exploitation, le coût de l'approvisionnement et les frais d'eau varient selon les particularités des agglomérations disposant d'une installation hydraulique. Dans un petit nombre d'agglomérations, indépendamment de la compétence technique du conducteur, le renouvellement des installations a été nécessaire avant la date de renouvellement prévue; par ailleurs, selon la taille des agglomérations, il y a des cas où la constitution du fonds est difficile parce que les frais de renouvellement sont élevés. Par contre, il y a également des installations qui fonctionnent correctement bien au-delà de la période de renouvellement prévue. C'est pourquoi le Gouvernement Sénégalais se prépare à constituer une Fédération des comités de gestion pour faire face à ces problèmes au niveau national.

Tableau 4-4 Frais mensuels unitaires prévisionnels du comité de gestion

Contenu de frais d'entretien	Frais mensuel (FCFA/mois)
Rémunération du conducteur	60.000/site
Achat de carburant et d'huile	65/personne
Frais de petits entretiens	17.000/site
Frais d'information en cas de panne	8.000/site

Tableau 4-5 Contribution du comité de gestion à ce projet

Nom de site	Contribution (FCFA/an)	Nom de site	Contribution (FCFA/an)
1. Saré Lamou	1.917.000	11. Gawane Djidah	1.995.000
2. Lougué	2.455.200	12. Mbégué	2.314.800
3. Dan Thialy	3.118.200	13. Keur Mandoumbé	2.798.400
4. Hamadi Ounaré	9.506.400	14. Darou Salam Nioro	2.369.400
5. Aouré	4.116.600	15. Darou Salam I	2.268.000
6. Doundé	2.814.000	16. Diam Diam	2.517.600
7. Gouloum Mbéthio	1.956.000	17. Darou Ndiawène	2.119.800
8. Kadji Mérina	2.665.800	18. Fass Ndimbelane	2.517.600
9. Kambounar	1.917.000	19. Goudiry	3.789.000
10. Vindou Loumbel	1.917.000	Total	55.072.800

Etant donné que l'opérateur de chaque site est de plus en plus souvent choisi parmi les habitants locaux, la conception des installations devra prévoir d'augmenter la sécurité et de simplifier les opérations de fonctionnement. Dans le passé, des stages de formation ont été organisés à l'intention des futurs opérateurs choisis par la Division de l'Exploitation et de la Maintenance. Ces stages avaient lieu avant l'achèvement des travaux et portaient sur les connaissances de base de l'entretien et sur des pratiques de fonctionnement.

4.3.5 Coopération technique

La coopération technique, telle que délégation de spécialistes pendant une longue durée, est inutile pour l'exécution du projet et l'exploitation des installations, mais il est souhaitable que la contrepartie sénégalaise suive un stage concernant l'exploitation des installations hydrauliques. Cela parce que l'amélioration de la capacité de gestion des installations hydrauliques rurales, comprenant le système tarifaire, les méthodes de collecte des frais d'eau, la participation des habitants, les activités de sensibilisation,

l'hygiène publique, etc. est nécessaire. Cela permettra au personnel de contrepartie d'acquérir ce type de formation, ce qui est très significatif, et laisse espérer des effets positifs.

CHAPITRE V CONCEPT DE BASE

Chapitre V

Concept de base

5.1 Orientation du concept 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 19 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 de 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 Projet de volume d'eau

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 DGRH, qui a été pris en compte dans les résultats de l'étude sur place. La période objectif sera de 10 ans, norme de la DGRH et le développement annuel de 2,5%. Le volume d'eau du projet sera une norme de 35 l par personne et par jour, et pour le bétail, de 35 l par tête et par jour.

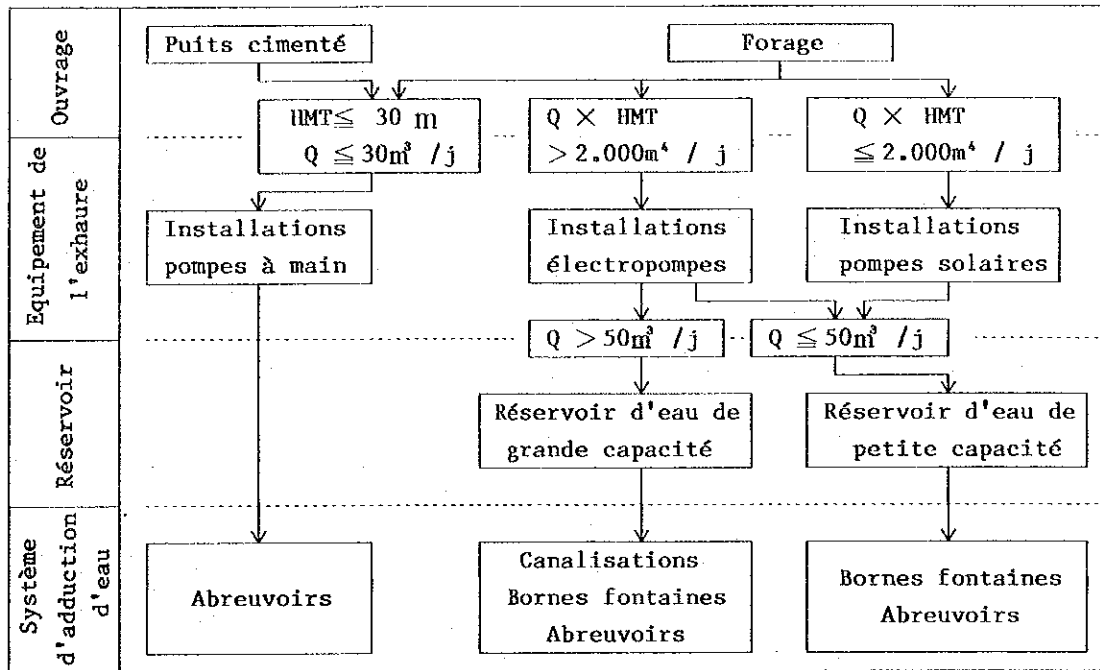
5.2.2 Sélection des installations hydrauliques

La sélection des installations hydrauliques se fera conformément aux critères de sélection de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique indiqués dans le Tableau 5-1 et sur la Figure 5-1. A en juger par la population et la consommation d'eau sur les sites du Projet, il s'agira de systèmes comprenant une pompe motorisée, un réservoir, des bornes fontaines, des abreuvoirs et une station de charrettes.

Tableau 5-1 Critère de sélections d'installations hydrauliques

Population	Critère de sélections
200~ 500	Pompes à main, à cheptel ou éolienne
500~1000	Electropompe et réservoir d'eau de petite capacité
plus de 1000	Electropompe, réservoir d'eau et installation de distribution d'eau

Figure 5-1 Organigramme de la sélection d'installations hydrauliques



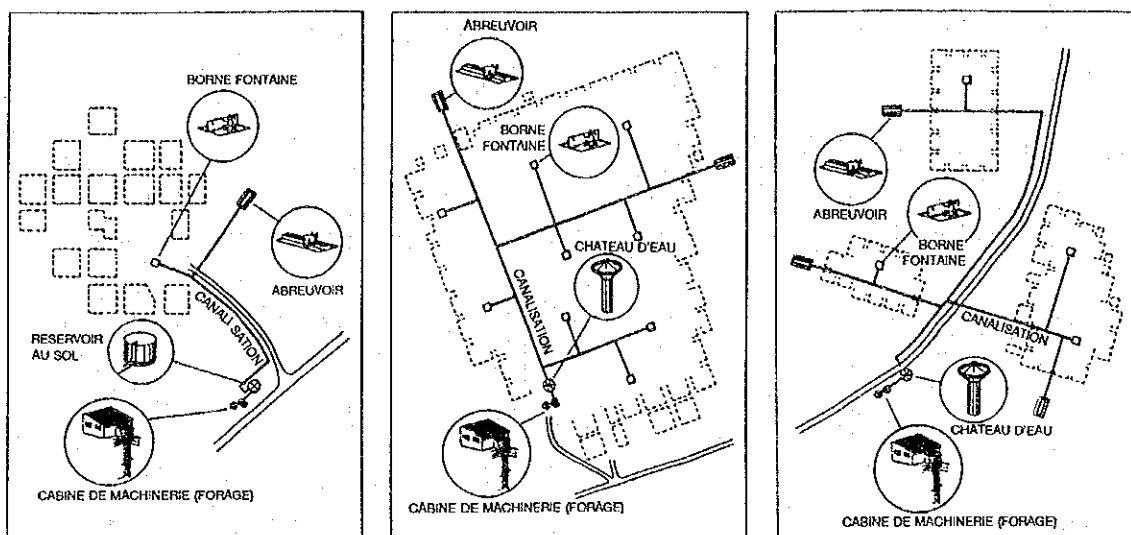
Q: Débit, HMT: Hauteur manométrique totale

La DGRH a préparé les normes des différents types d'installations en fonction de la répartition géographique des agglomérations, de leur étendue et des chiffres de population. Ces normes peuvent être appliquées dans le cas des villages du projet sur lesquels on retrouve les trois catégories types suivantes:

- (1) Le type "source à point" qui convient aux villages compacts indépendamment de son importance;
- (2) Le type "semi-urbain" qui s'applique aux villages relativement peuplés et à population concentrée, cependant relativement peu nombreux dans le présent projet;
- (3) Le type "ramifié" qui implique des raccordements vers les différents hameaux éloignés regroupés sous une même unité villageoise.

Les types d'installations d'alimentation planifiés sont indiqués dans la Figure 5-2.

Figure 5-2 Types d'installations hydrauliques



Source à point

Semi-urbain

Ramifié

La taille et le type des installations adoptées est fonction des différents types de villages. Sur les sites qui répondent à la description des "sources à point", il n'est pas nécessaire d'installer le château d'eau habituel qui sera remplacé par un réservoir au sol, les canalisations seront fournies, mais le nombre de bornes fontaines et d'abreuvoirs sera limité. Sur les sites de type "semi-urbain", les installations doivent être relativement importantes étant donné que les agglomérations sont de grande taille. Il faudra installer plusieurs bornes-fontaines, prévoir une diversification des canalisations et il sera nécessaire de prévoir le château d'eau habituel de grande capacité. Quant aux sites de types "ramifié", étant donné que les hameaux qui les composent sont éloignés les uns des autres, il sera nécessaire de poser des canalisations entre la source et les hameaux et d'augmenter le nombre de borne-fontaines. La capacité du réservoir de stockage de l'eau devra donc être calculée en fonction de l'importance de l'ensemble des agglomérations, et il devra être de type habituel et correspondre à la longueur des canalisations. Sur tous les sites du projet, il faudra installer des abreuvoirs en fonction de l'importance du cheptel et indépendamment de la classification ci-dessus. Parmi les abreuvoirs existants, il faudra étudier la possibilité de réparer ceux qui sont utilisables et les inclure dans le projet afin de minimiser

les coûts.

Comme nous l'avons dit plus haut, les forages qui constituent les sources d'approvisionnement des sites du projet ont été étudiés du point de vue hydrogéologique et technique. Au vu des résultats obtenus, il ressort que tous remplissent les conditions quantitatives et qualitatives exigées et qu'ils pourront servir de sources d'approvisionnement valables après réhabilitation et aménagement, c'est-à-dire après nettoyage du sable, traitement chimique et désincrustation.

Le Tableau 5-2 indique les données de base pour le plan d'approvisionnement en eau.

Tableau 5-2 Données de base sur l'installation hydraulique

Nom de site	Projet (2003)		Débit projeté (m ³ /j)	Type d'installation
	Pop.	Cheptel		
1. Saré Lamou	1.150	5.820	244	R
2. Lougué	1.840	5.850	269	R
3. Dan Thialy	2.690	11.970	513	P
4. Hamadi Ounaré	10.880	14.720	896	S
5. Aouré	3.970	9.980	488	S
6. Doundé	2.300	6.290	301	S
7. Gouloum Mbéthio	1.200	6.140	257	S
8. Kadji Mérina	2.110	5.250	258	R
9. Kambounar	1.150	6.910	282	P
10. Vindou Loumbel	1.150	5.950	249	R
11. Gawane Djidah	1.250	2.870	144	R
12. Mbégué	1.660	8.640	361	S
13. Keur Mandoumbé	2.280	4.480	237	S
14. Darou Salam Nioro	1.730	4.610	222	S
15. Darou Salam I	1.600	4.740	222	P
16. Diam Diam	1.920	2.100	141	S
17. Darou Ndiawène	1.410	2.300	130	P
18. Fass Ndimbelane	1.920	2.330	149	P
19. Goudiry	3.550	7.730	395	S
Total	45.760	118.680	5.758	

P: Source à point, S: Semi-urbain, R: Ramifié

5.2.3 Equipements et matériels pour la maintenance

Les équipements et matériels de maintenance à fournir dans le cadre de ce projet sont essentiels, et les points suivants devront être pris en compte.

1. Il faudra s'adapter aux intentions de la partie sénégalaise qui est en train de promouvoir la standardisation. Les produits avant la standardisation devront être compatibles avec les pièces de rechange.
2. Il faudra que ce soient des équipements auxquels le personnel local sénégalais est habitué, y compris les équipements et matériels déjà fournis par le Gouvernement Japonais.
3. Un système d'entretien assurant un approvisionnement en pièces rapide devra être mis en place au plus tôt sur place, avec des pièces de bonne qualité.

5.3 Concept de base

5.3.1 Concept pour la construction des installations hydrauliques

Comme l'indique la Figure 5-3 Schéma des installations hydrauliques, les installations hydrauliques se composeront d'une installation de électropompe utilisant un forage existant comme source d'eau, d'une cabine de machinerie incorporant ce système, d'un réservoir d'eau, de canalisations, de bornes fontaines, d'un abreuvoir pour le bétail et d'une station de charrettes.

Compte tenu des orientations de base susmentionnées de ces conditions de conception, un projet sera établi qui tiendra compte du modèle d'installation adapté à la dimension et à la répartition de chaque agglomération préparé par la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique. Le Tableau 5-3 indique les installations prévues dans chaque région. La carte de positionnement indique les sites du projet.

Figure 5-3 Schéma des installations hydrauliques

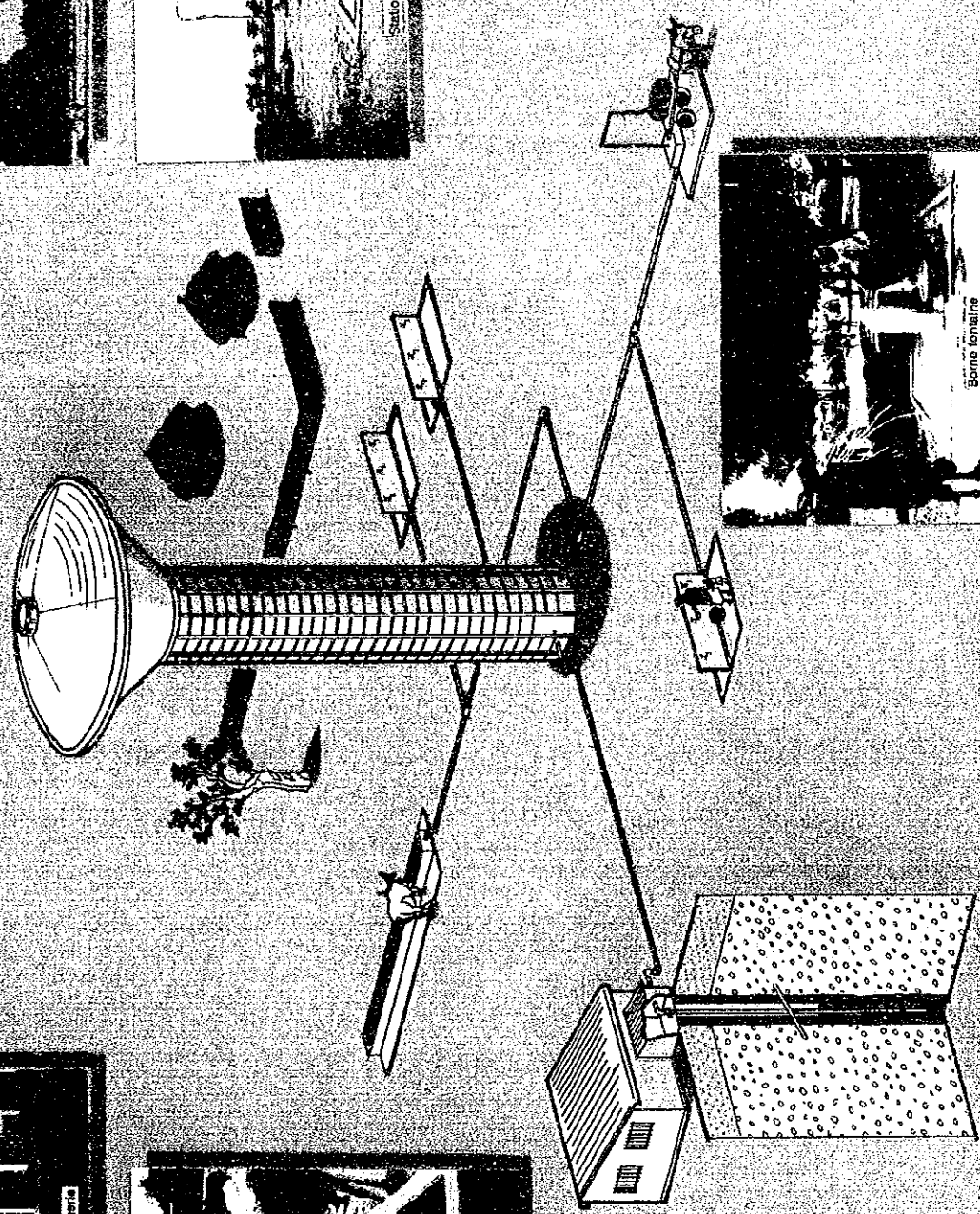
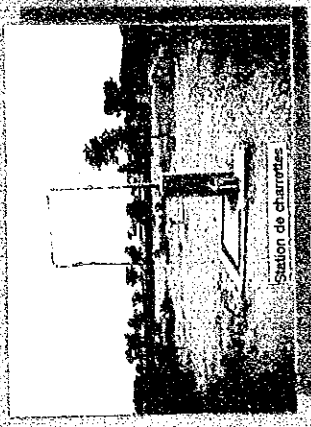


Tableau 5-3 Installations du projet

Nom de site	Cabine de machinerie	Château d'eau (m ³)	Réservoir au sol (m ³)	Borne fontaine	Abreuvoir	Station de charettes
1. Saré Lamou	1		100	3	1	1
2. Lougué	1		100	5	2	1
3. Dan Thialy	1	200		7	3	1
4. Hamadi Ounaré	1	400		28	5	1
5. Aouré	1	200		10	3	1
6. Doundé	1	150		6	2	1
7. Gouloum Mbéthio	1		100	3	2	1
8. Kadji Mérina	1		100	6	2	1
9. Kambounar	1		100	3	1	1
10. Vindou Loumbel	1		100	3	2	1
11. Gawane Djidah	1	100		4	1	1
12. Mbégué	1	150		5	3	1
13. Keur Mandoumbé	1		100	6	2	1
14. Darou Salam Niord	1		100	5	2	1
15. Darou Salam I	1		100	4	2	1
16. Diam Diam	1		80	5	1	1
17. Darou Ndiawène	1		80	4	1	1
18. Fass Ndimbelane	1		80	5	1	1
19. Goudiry	1	Réhabilitation		9	0	0
Total	19	100x 1 150x 2 200x 2 400x 1	80x 3 100x 9	121	36	18

(1) Forages

Le présent projet devant utiliser les forages existants comme source d'eau, il faudra procéder à l'évaluation des forages sur la base des résultats des études hydrogéologiques et technologiques. Le Tableau 5-4 indique le débit de pompage et le niveau dynamique de chaque forage.

Tableau 5-4 Débit de pompage et rabattement du projet

Nom de site	Débit de pompage (m ³ /h)	Rabattement (m)
1. Saré Lamou	24	36,1
2. Lougué	27	21,3
3. Dan Thialy	48	53,1
4. Hamadi Ounaré	56	30,7
5. Aouré	48	55,6
6. Doundé	30	65,4
7. Gouloum Mbéthio	24	75,2
8. Kadji Mérina	24	20,4
9. Kambounar	27	57,9
10. Vindou Loumbel	24	54,2
11. Gawane Djidah	13,8	13,3
12. Mbégué	36	43,8
13. Keur Mandoumbé	24	57,7
14. Darou Salam Nioro	22,2	44,4
15. Darou Salam I	21	56,5
16. Diam Diam	13,8	60,4
17. Darou Ndiawène	12	63,0
18. Fass Ndimbelane	14,4	61,8
19. Goudiry	39	26,8

Pour la qualité de l'eau, il n'y a pas de problème par rapport aux normes spécifiées. Quant à la structure des forages, cela ne pose pas de problème pour la mise en place de l'installation de pompage. L'étude a montré que la relation entre l'emplacement de montage et l'emplacement de la crépine de prise ne posait pas de problème. Avant le montage du dispositif de pompage sur les forages, on effectuera un essai de pompage et un traitement chimique pour confirmer la capacité du forage et éliminer le sable et les incrustations, renouveler le forage et l'aménager.

(2) Dispositif de pompage

Comme unité de pompage, on choisira soit la pompe multi-étage à moteur, soit la pompe à moteur immergée actionnée avec génératrice. Jusqu'à présent, la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique utilisait beaucoup la première, mais depuis quelques années, elle a souvent opté pour la deuxième. Les pompes à moteur immergées sont plus efficaces en particulier lorsque la hauteur manométrique totale est élevée.

Dans le cas des pompes multi-étage verticales, l'entretien est plus facile car le moteur est installé au sol, mais le nombre d'arbres est important entre la partie de la pompe à l'air et la partie enterrée, et par conséquent le nombre de manchons est multiplié ce qui ne facilite pas l'entretien. Par conséquent, le choix de la pompe est décidé en fonction de la hauteur manométrique totale et de la profondeur du forage au-dessous du niveau du sol. En ce qui concerne le présent projet, le choix des pompes de chaque site a été fait de la même manière que pour les projets précédents, en fonction des considérations ci-dessus et en considérant la compatibilité avec le matériel qui a déjà été fourni.

Quant aux autres installations de pompage, différents systèmes de sécurité, tels que système de contrôle de tension nominale, système de sécurité de coupure en cas de faible niveau d'eau, système d'alarme en cas de débordement du réservoir, etc. seront installés pour protéger la pompe. On étudiera les systèmes de contrôle simples et sûrs des installations hydrauliques précédents, du point de vue du fonctionnement et de la gestion par les habitants, et on évitera des dispositifs polyvalents complexes pour les équipements et l'entretien des installations du projet.

(3) Cabine de machinerie

La cabine de machinerie où seront placés le trou de forage et l'équipement de pompage sera le lieu du conducteur. Et pour assurer l'hygiène de l'installation hydraulique, des toilettes à fosse septique seront installées. L'approvisionnement en eau des habitants devra continuer durant la construction de la cabine de machinerie, qui sera en relation avec les adductions d'eau existantes.

(4) Réservoir d'eau

Dans le présent projet, il est opté pour le château d'eau ou pour le réservoir au sol en fonction de l'étendue des quartiers desservis et de la distance jusqu'à l'extrémité des canalisations, compte tenu du fait que l'eau est envoyée par gravité. Sur les sites qui ne nécessitent

pas la pression importante des châteaux d'eau, la pression voulue sera obtenue avec un réservoir sur pied, qui est une variante du réservoir au sol facile à installer. L'une ou l'autre de ces deux solutions sera choisie en fonction du type d'agglomération. Comme matériau et comme structure, il a été tenu compte des matériaux du travail et des techniques disponibles ou accessibles sur place, et il a été opté pour le béton armé qui est facile à protéger et solide.

(5) Canalisations

La distribution de l'eau du réservoir d'eau vers les bornes fontaines et les abreuvoirs sera faite par des canalisations. La partie exposée aux abords de la cabine de machinerie et du réservoir d'eau sera en acier, et la partie enterrée vers l'installation hydraulique en tuyaux de chlorure de vinyle facilement travaillables et fabriqués en grande quantité au Sénégal. Pour le diamètre des canalisations, on tiendra compte de la corrélation avec les frais de construction et les frais de maintenance hydraulique, et sélectionnera un concept général compact tenant compte d'une vitesse de flux économique. Le diamètre des canalisations du projet sera prévu pour une vitesse de flux normal définie sur la base des intervalles entre des objectifs et la distance entre les installations.

(6) Bornes fontaines

Les bornes fontaines d'approvisionnement en eau seront installées aux emplacements pratiques dans l'agglomération, conformément au modèle des agglomérations. La forme des installations sera conçue, comme l'indique le plan de base, pour éviter tout dommage à l'environnement, de manière séparée des égouts environnants. Les bornes fontaines devront être prévues pour une fréquence d'utilisation importante et pour résister aux intempéries.

(7) Abreuvoirs

Il faudra assurer l'approvisionnement en eau des habitants, mais aussi du bétail. Les abreuvoirs sélectionnés sont, conformément aux normes

de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, des abreuvoirs de type 10 m en bloc de béton. Il s'agit d'abreuvoirs sans surveillance à bac de régulation dont le niveau d'eau est contrôlé par un système simple et économique, où l'ouverture/fermeture d'une soupape est inutile, et qui évite tout écoulement d'eau inutile.

(8) Station de charrettes

Il s'agit ici d'un projet d'approvisionnement en eau des habitants des agglomérations où se trouve un forage, mais durant la saison sèche, de beaucoup d'habitants des agglomérations environnantes qui n'ont pas d'eau. Ces habitants viennent actuellement de loin, en mettant des bidons sur des charrettes pour puiser de l'eau.

Et quand l'approvisionnement en eau d'urgence est nécessaire durant la sécheresse, la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique assure l'alimentation par camions-citernes. Une station de charrettes sera établie pour permettre le remplissage simple des bidons qui sont sur les véhicules surélevés par rapport au sol. On installera des canalisations en considérant les dommages dus à l'approche des charrettes et camions, et une vanne d'alimentation capable de supporter une fréquence l'ouverture/fermeture élevée.

5.3.2 Projet de fourniture d'équipements et matériels de maintenance

Les équipements et matériaux de maintenance du projet seront les suivants.

Item	Quantité	Spécifications	Application
1. Equipements pour le transport et la communication			
1) Véhicule "Pickup"	3 unités	Type: Double cabine Moteur: Diesel, refroidissement par eau Commande: 4×4	Transport des marchandises
2) Véhicule 4×4	3 unités	Moteur: Diesel, refroidissement par eau Commande: 4×4 Nbre de places: plus de 9	Transport du personnel et du matériel
3) Radio-téléphone sans fil	3 unités	Type: mobile Puissance: 100W	Communication entre le bureau et les équipes de tournée
2. Equipements pour l'entretien et l'inspection			
1) Camion porteur avec grue	3 unités	Moteur: Diesel, refroidissement par eau Capacité de grue: plus de 3t	Aménagement et inspection
2) Sonde hydraulique	19 unités	Type: manuel Profondeur d'application: 100m	Inspection des forages
3) Outillage pour la brigade de maintenance	3 unités	Type: En conteneur	Entretien et inspection des équipements
4) Outillage pour les sites	19 unités	Type: Boîte à outils	Entretien et inspection des installations hydrauliques
3. Composants du dispositif de rechange			
1) Electropompe	15 unités	Type: Pompe pour les forages	Pompe de rechange en cas de panne
2) Groupe électrogène	15 unités	Type: Diesel	Groupe électrogène de rechange en cas de panne
3) Pièces de rechange	1 lot	15% du prix des équipements et des matériaux	Remplacement lors de l'inspection et de la réparation

5.3.3 Dessins de concept de base

(1) Dessins de disposition

Saré Lamou

Lougué

Dan Thialy

Hamadi Ounaré

Aouré

Doundé

Gouloum Mbéthio

Kadji Mérina

Kambounar

Vindou Loumbel

Gawane Djidah

Mbégué

Keur Mandoumbé

Darou Salam Nioro

Darou Salam I

Diam Diam

Darou Ndiawène

Fass Ndimbelane

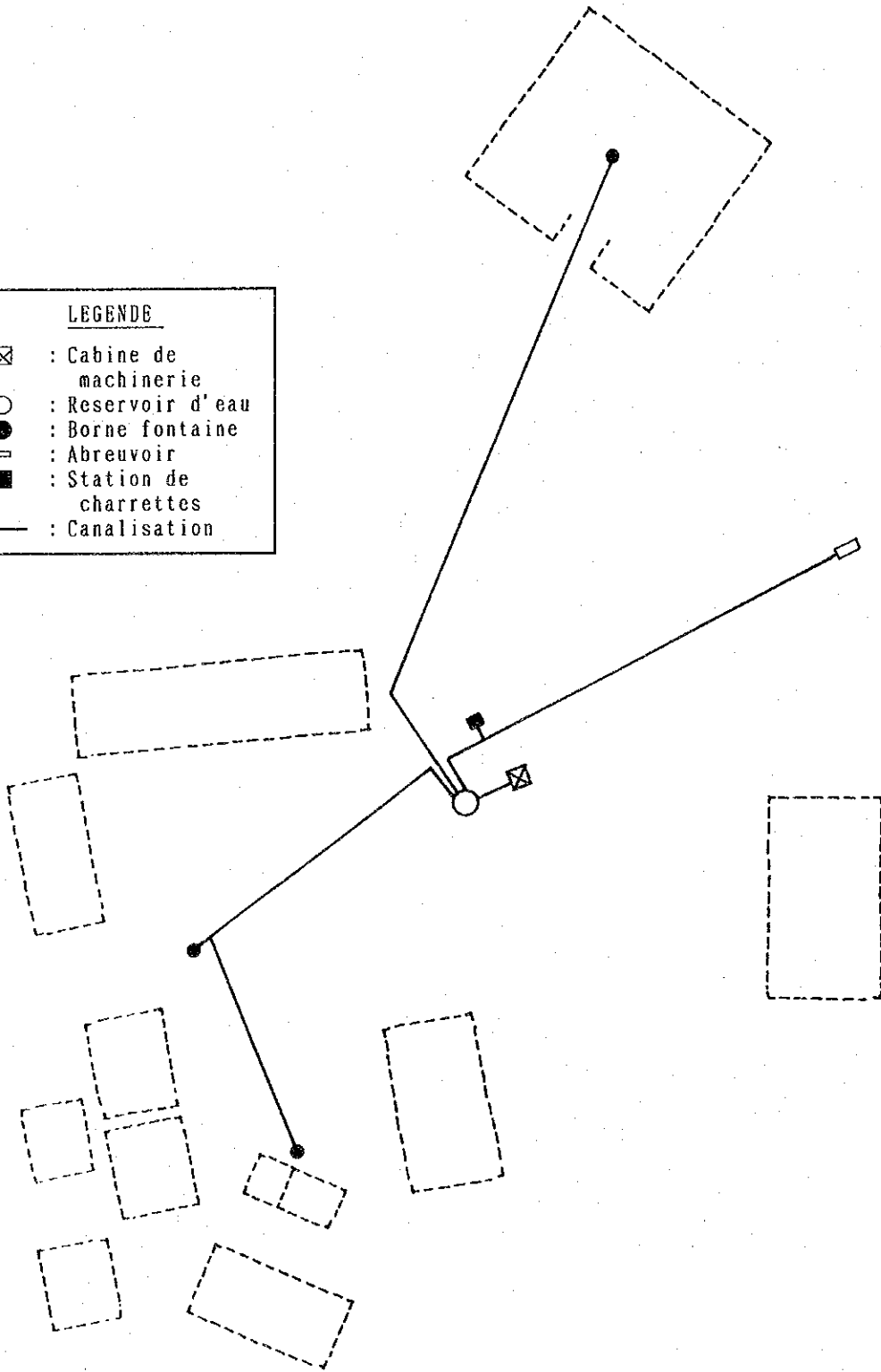
Goudiry

No. 1 SARE LAMOU

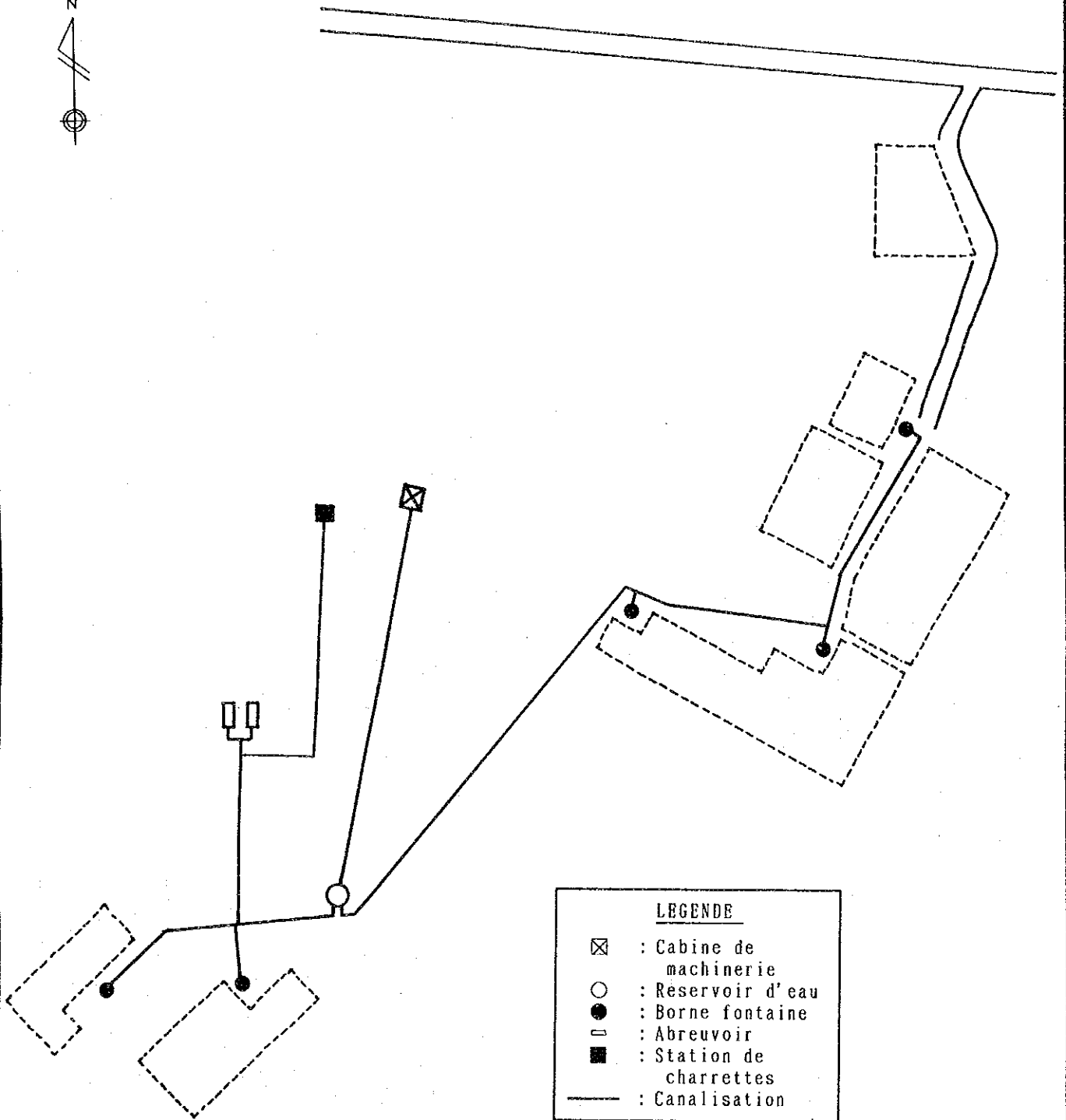


LEGENDE

- ☒ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation



No. 2 LOUGUE



LEGENDE

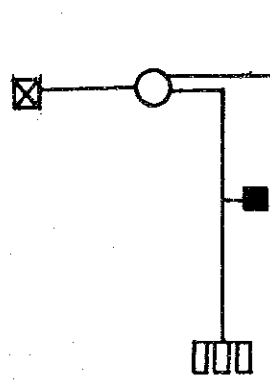
- ⊠ : Cabine de machinerie
- : Réservoir d'eau
- : Borne fontaine
- : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation

0 50 100 150^m

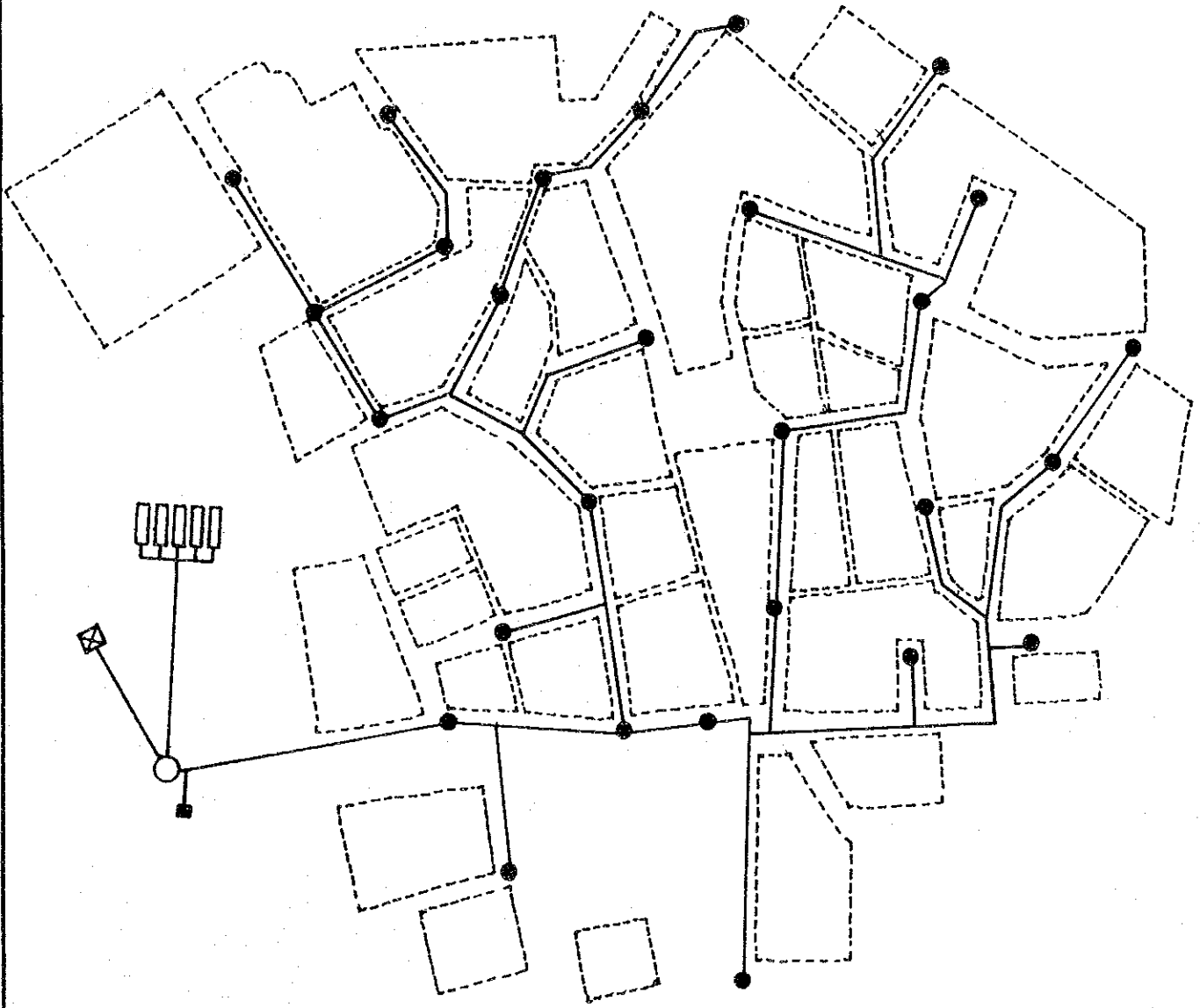
No. 3 DAN THIALY



LEGENDE	
☒	: Cabine de machinerie
○	: Reservoir d'eau
●	: Borne fontaine
┌┐	: Abreuvoir
■	: Station de charrettes
—	: Canalisation



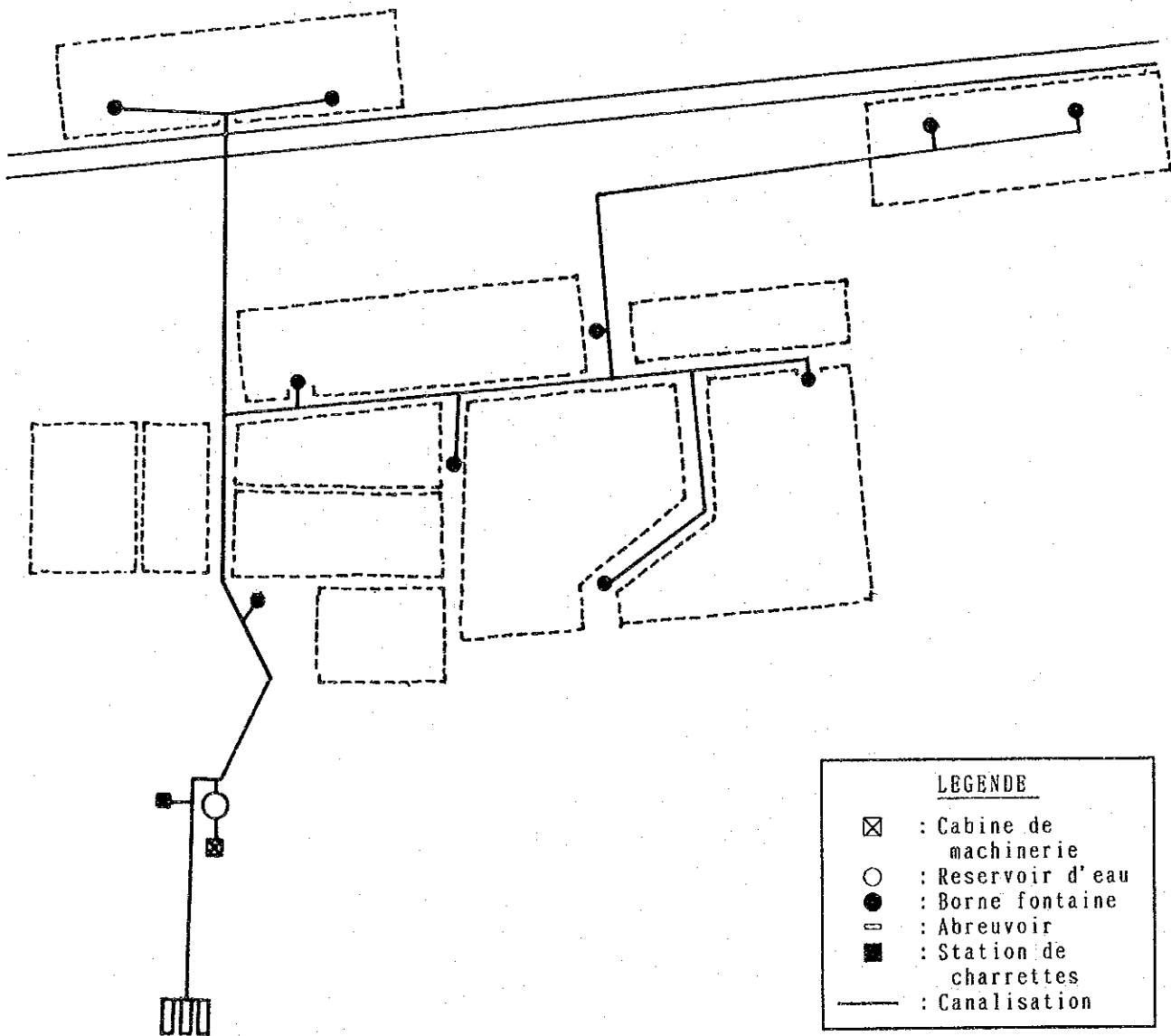
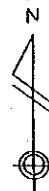
No. 4 HAMADI OUNARE



LEGENDE

- ⊗ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation

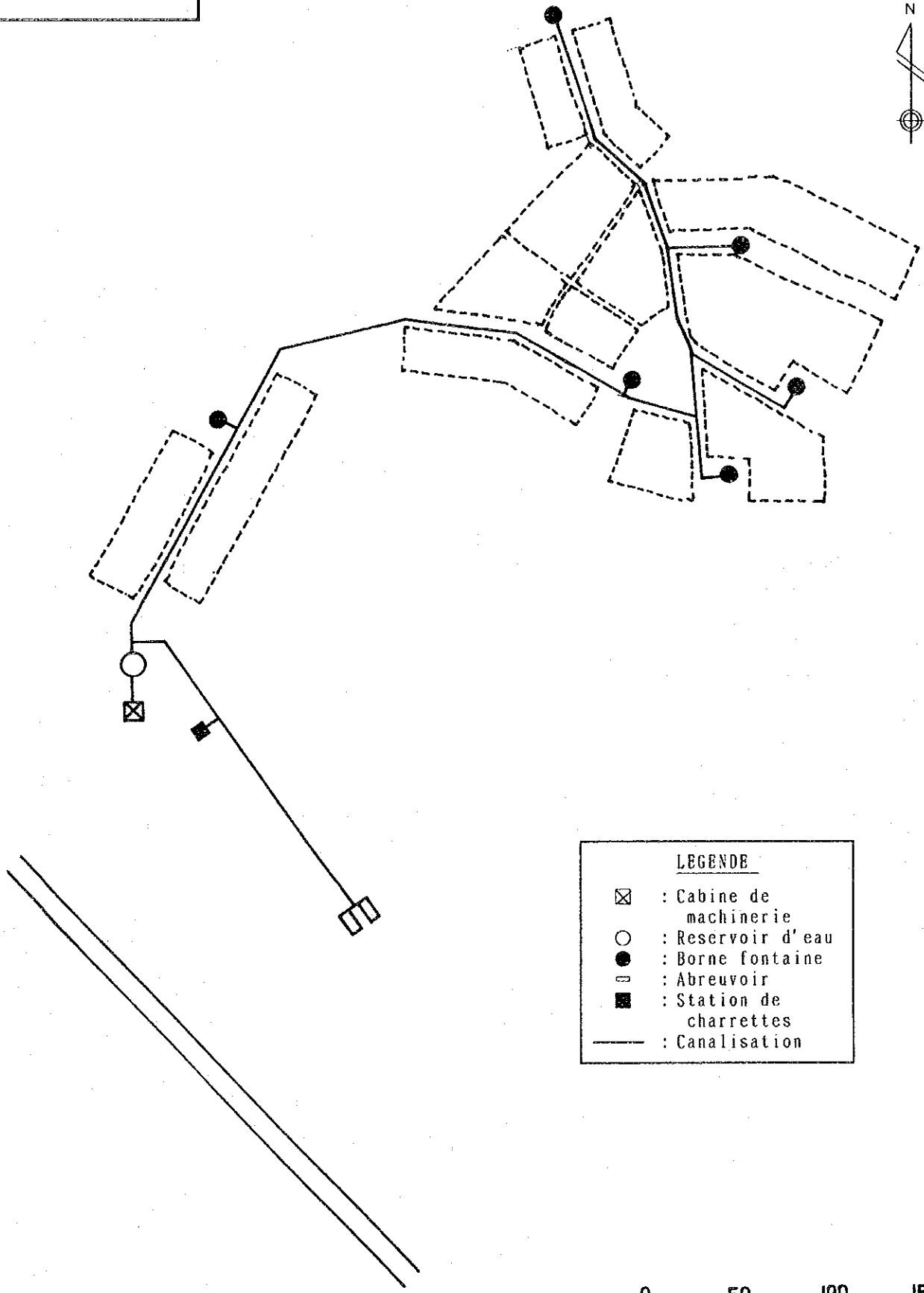
No. 5 AOURE



LEGENDE	
⊠	: Cabine de machinerie
○	: Reservoir d'eau
●	: Borne fontaine
□	: Abreuvoir
■	: Station de charrettes
—	: Canalisation



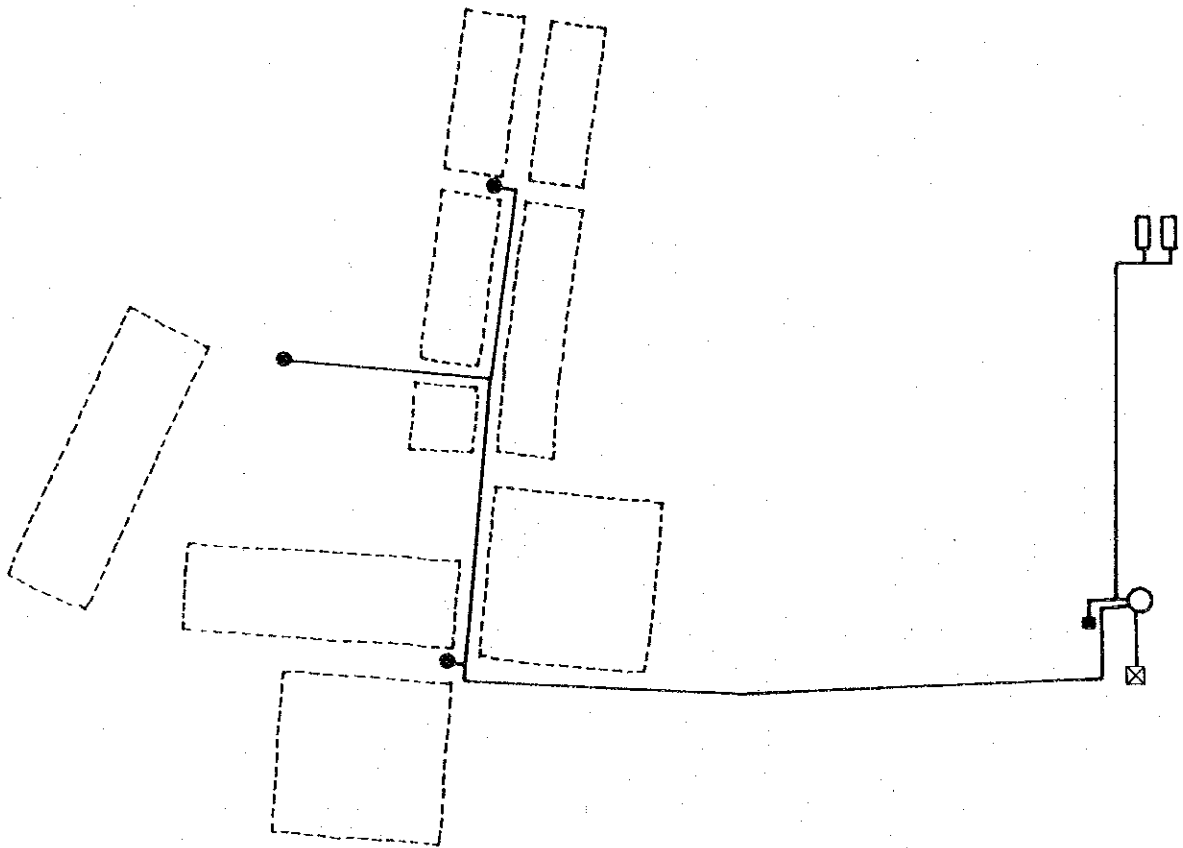
No 6. DOUNDE



LEGENDE	
☒	: Cabine de machinerie
○	: Reservoir d'eau
●	: Borne fontaine
□	: Abreuvoir
■	: Station de charrettes
—	: Canalisation



No. 7 GOULOUM MBETHIO

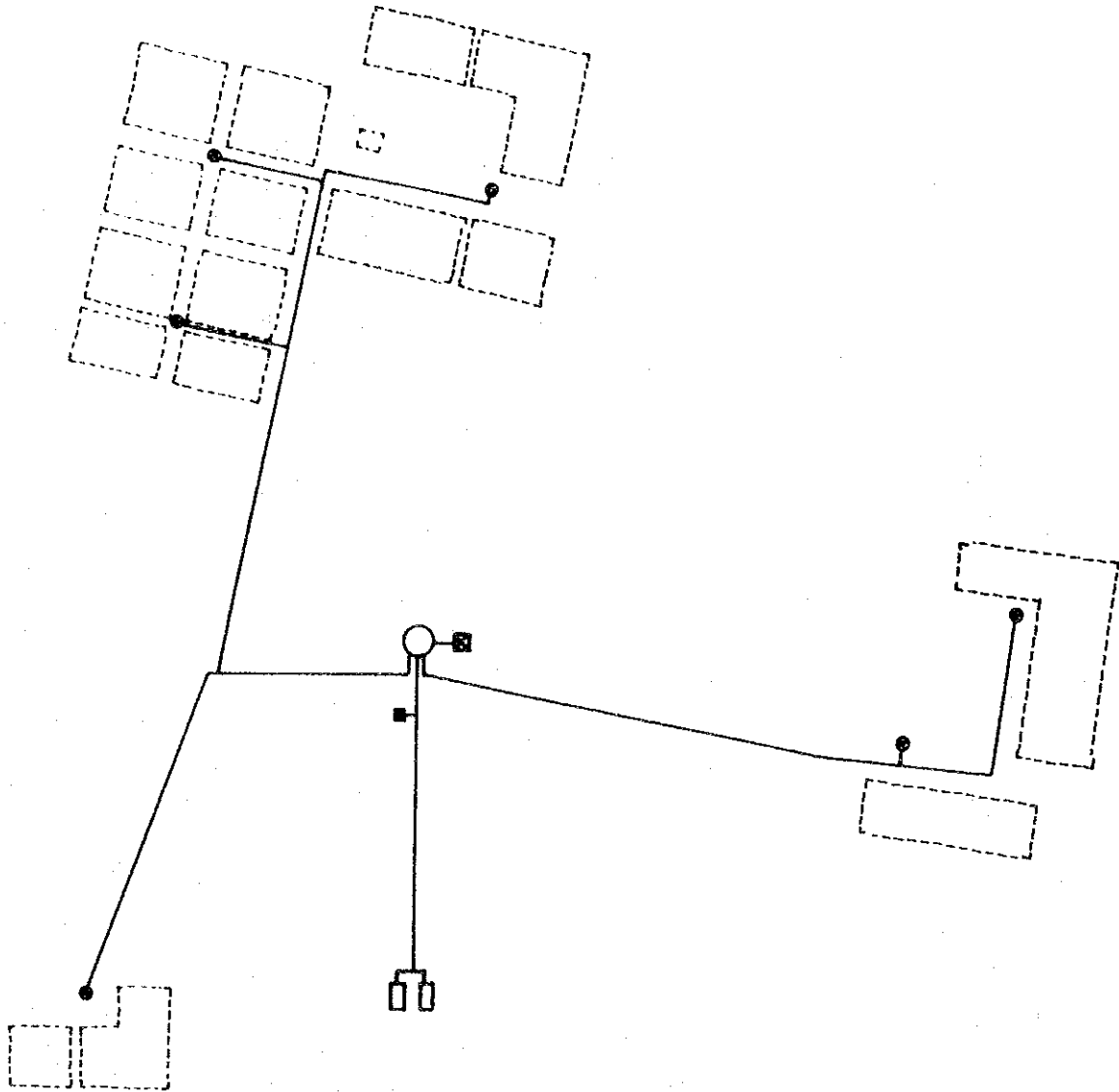


LEGENDE

- ⊗ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- ▭ : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation

0 50 100 150^m

No. 8 KADJI MERINA

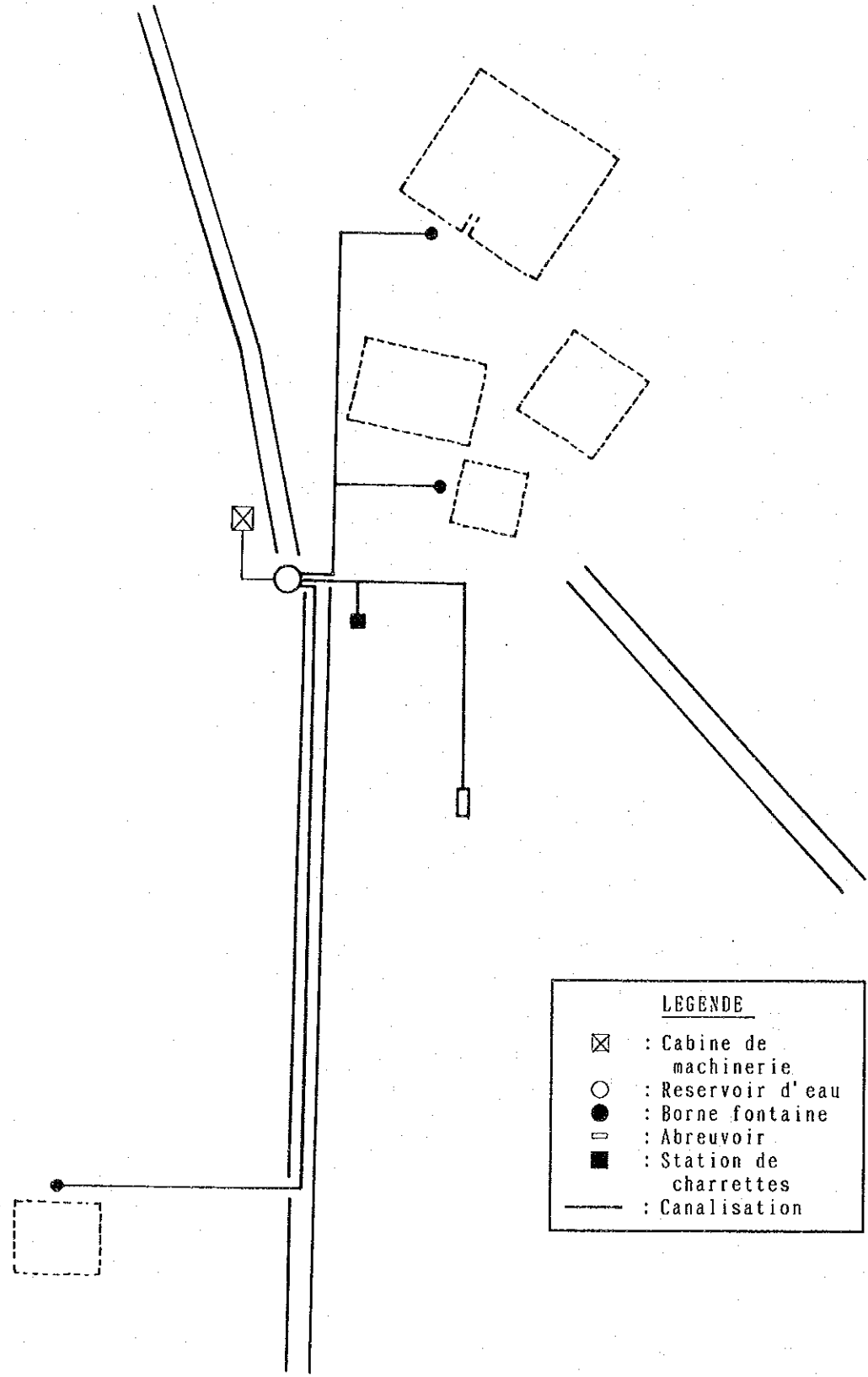


LEGENDE

- ⊗ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- ▭ (with vertical line) : Abreuvoir
- (with dot) : Station de charrettes
- : Canalisation

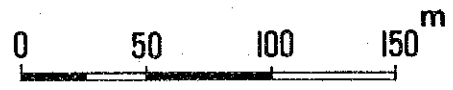
0 50 100 150^m

No. 9. KAMBOUNAR

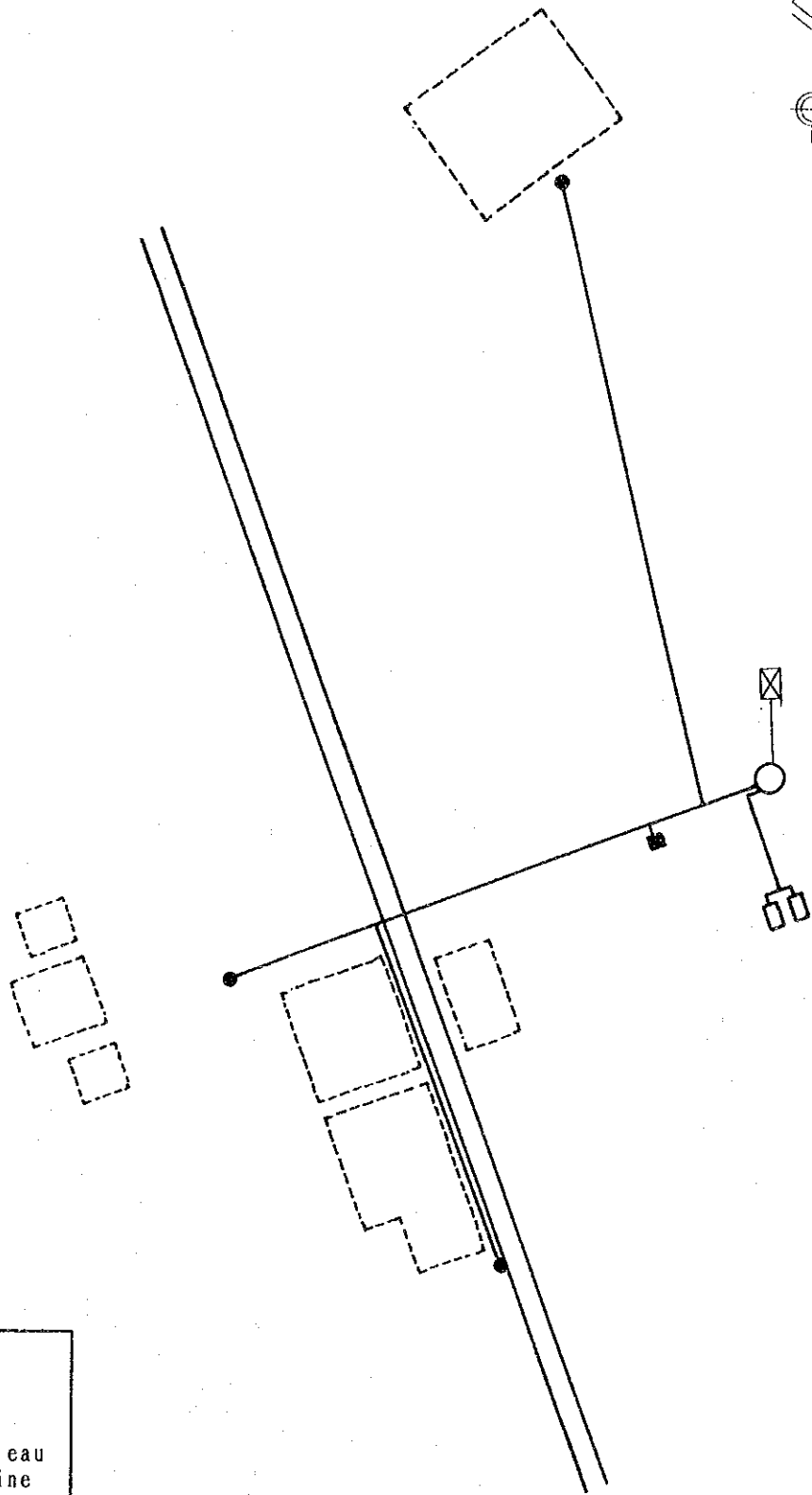


LEGENDE

- ⊗ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- ▭ : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation



No. 10 VINDOU LOUMBEL



LEGENDE

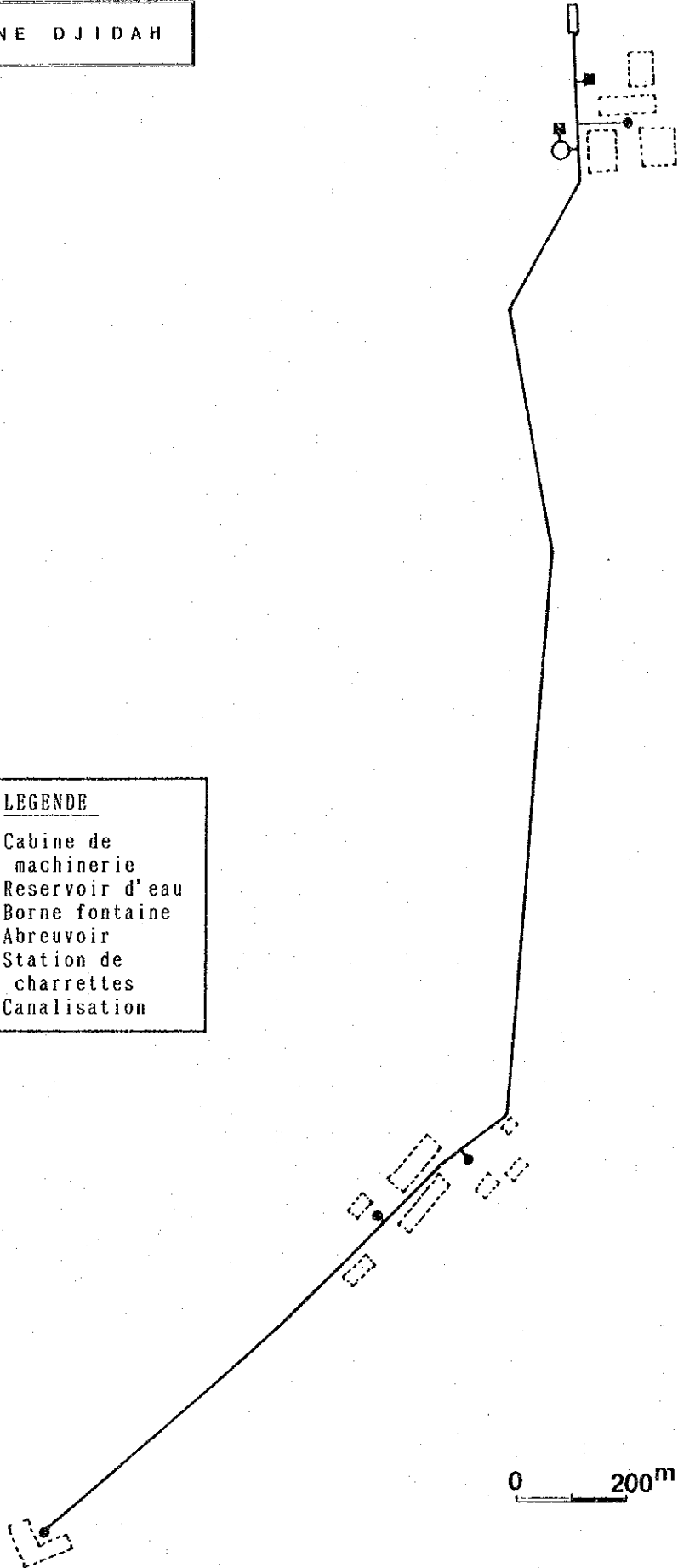
- ☒ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- ▭ : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation

0 50 100 150 m

No. 11 GAWANE DJIDAH

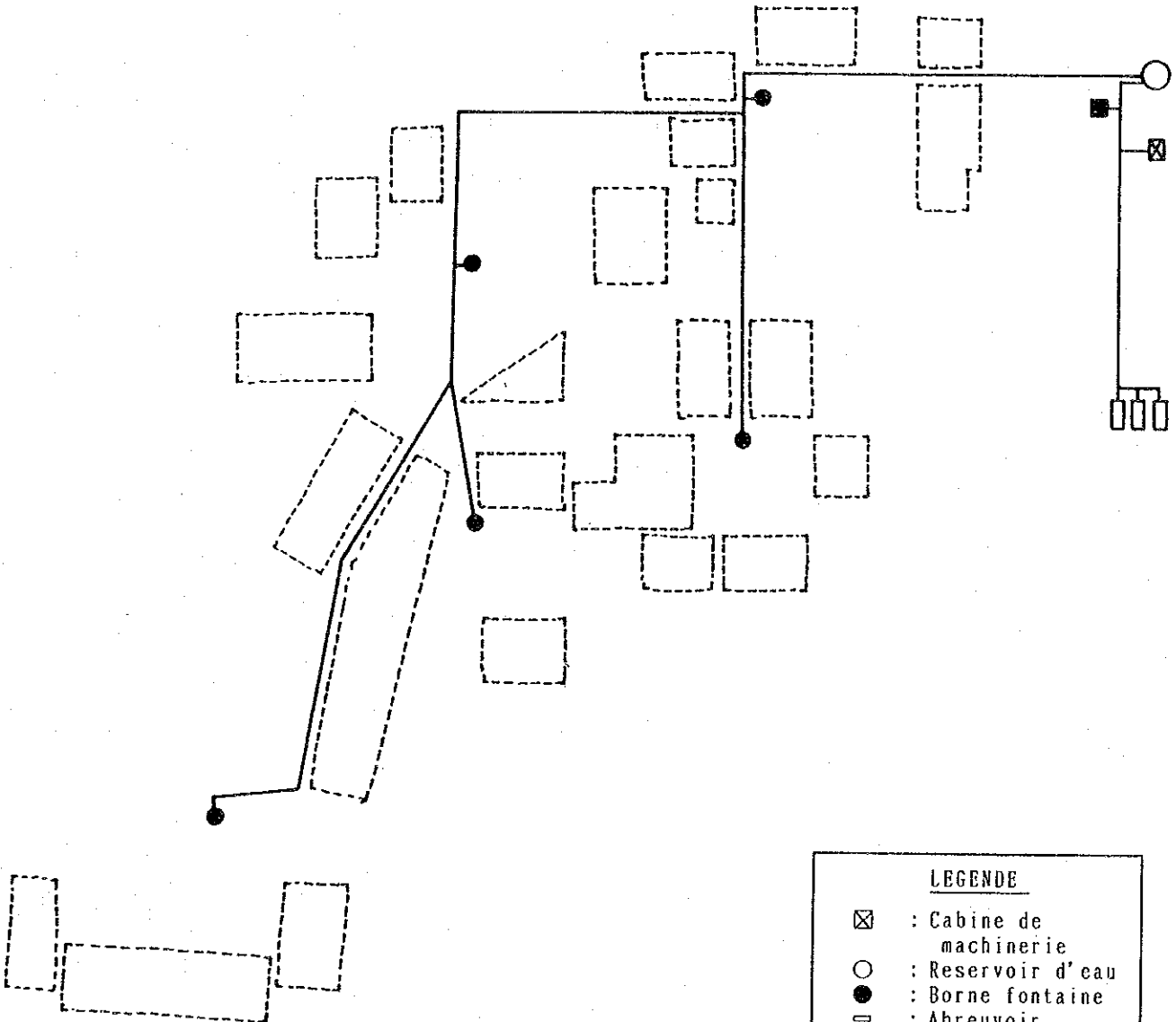


LEGENDE	
☒	: Cabine de machinerie
○	: Reservoir d'eau
●	: Borne fontaine
□	: Abreuvoir
■	: Station de charrettes
—	: Canalisation



0 200m

No. 12 MBEGUE

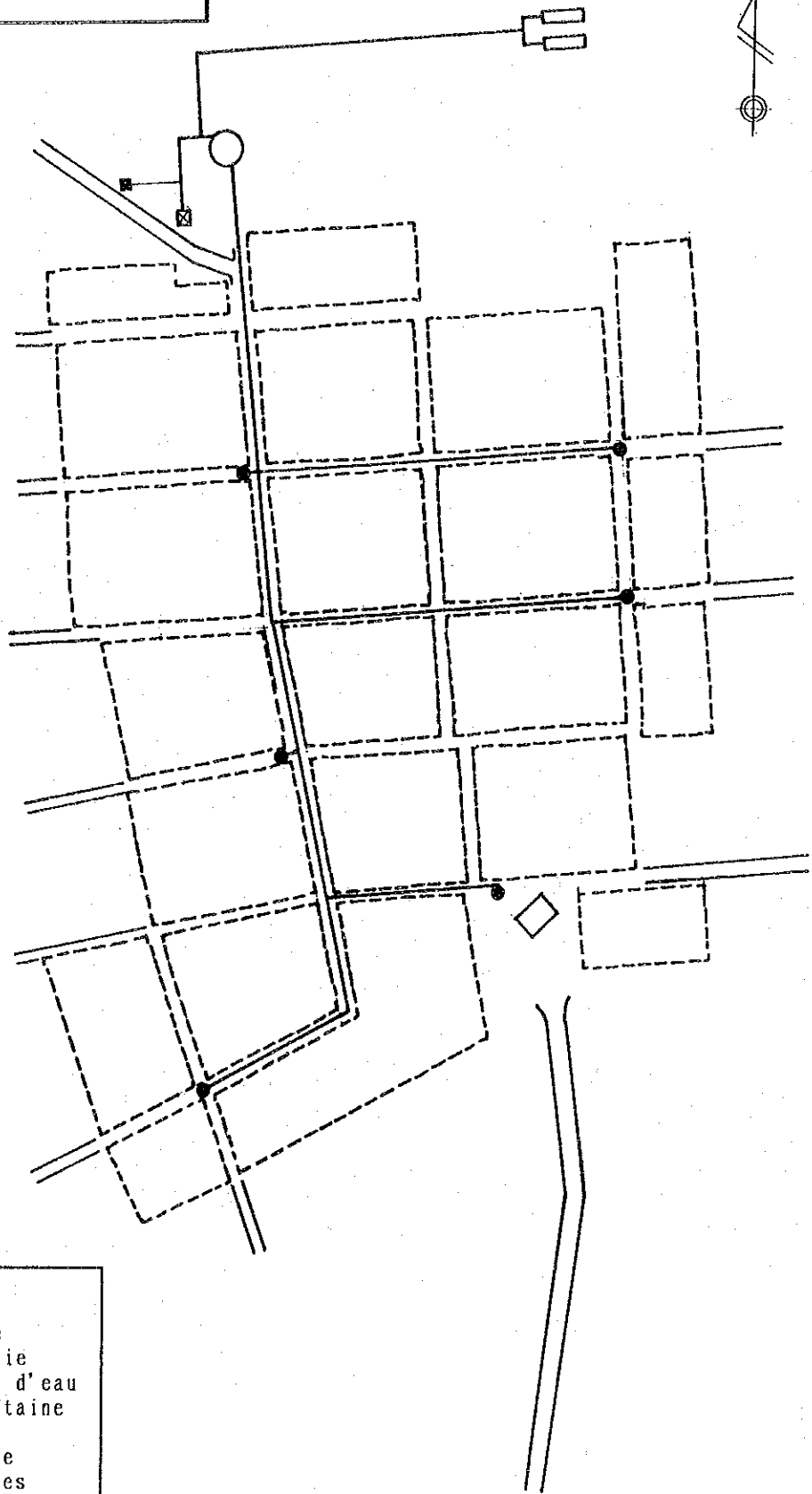


LEGENDE

- ⊠ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- ▭ : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation



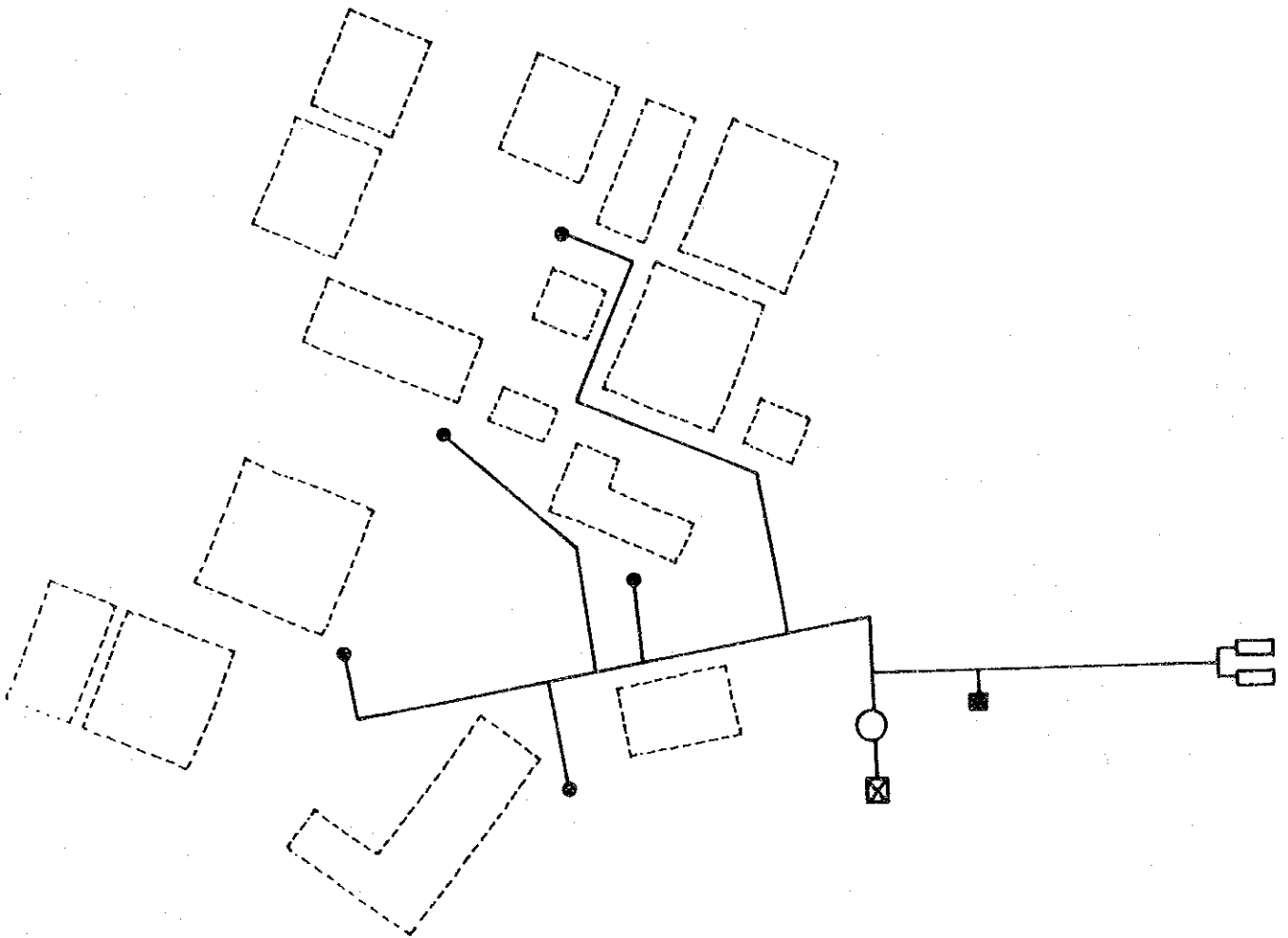
No. 13 KEUR MANDOUMBE



LEGENDE

- ⊠ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- ◊ : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation

No. 14 DAROU SALAM NIORO

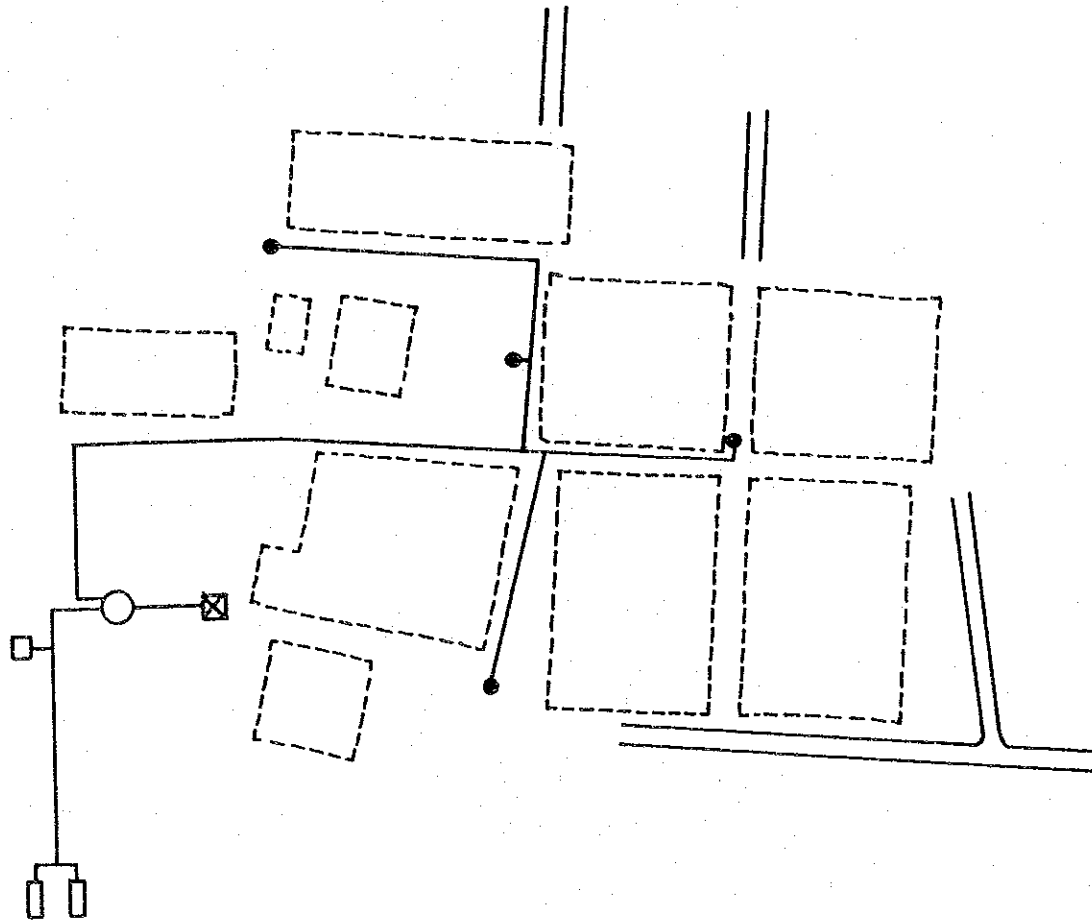


LEGENDE

- ☒ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- ⊃ : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation

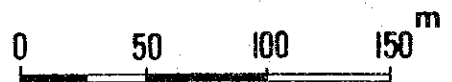


No. 15 DAROU SALAM I

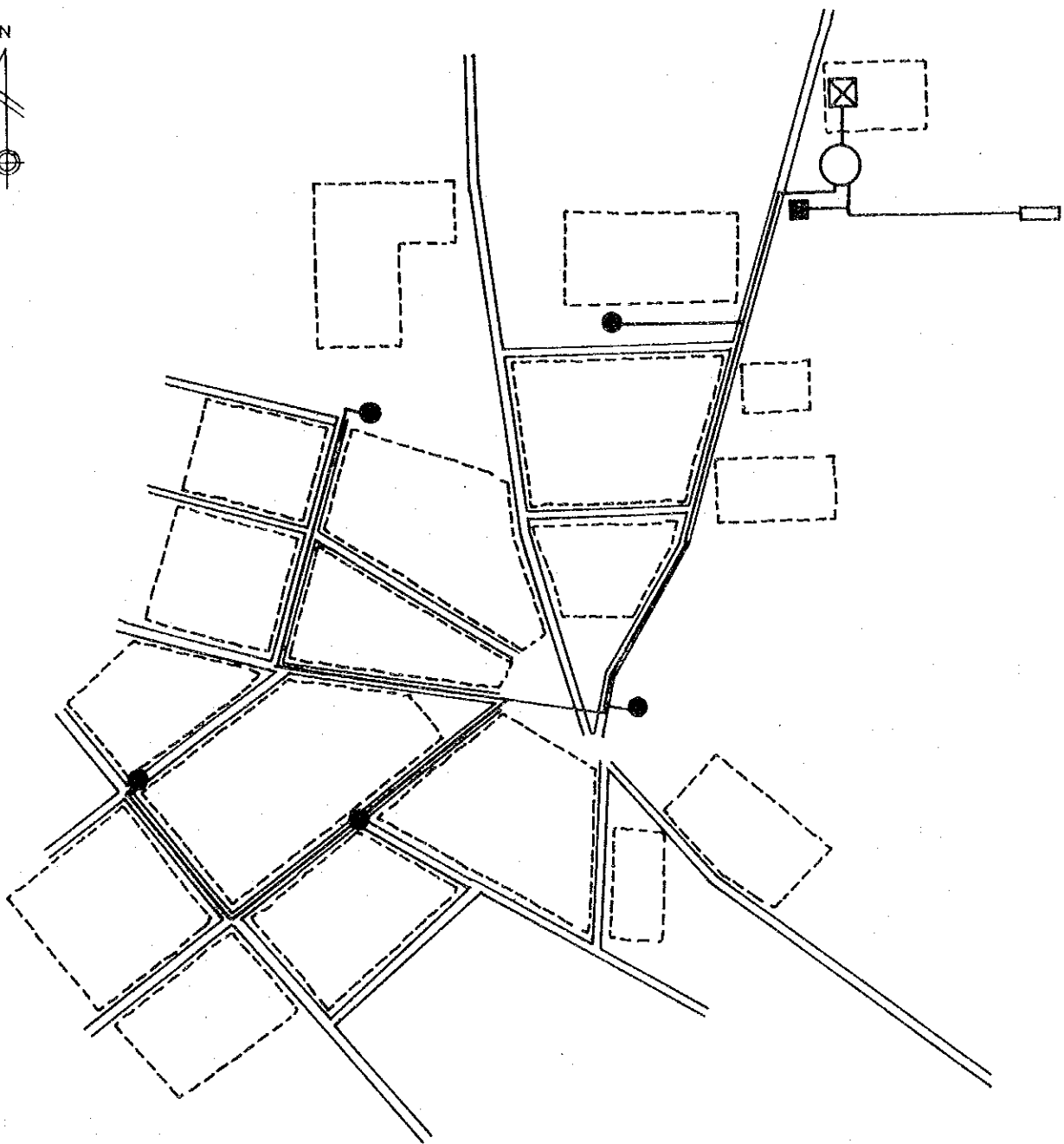


LEGENDE

- ⊗ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation



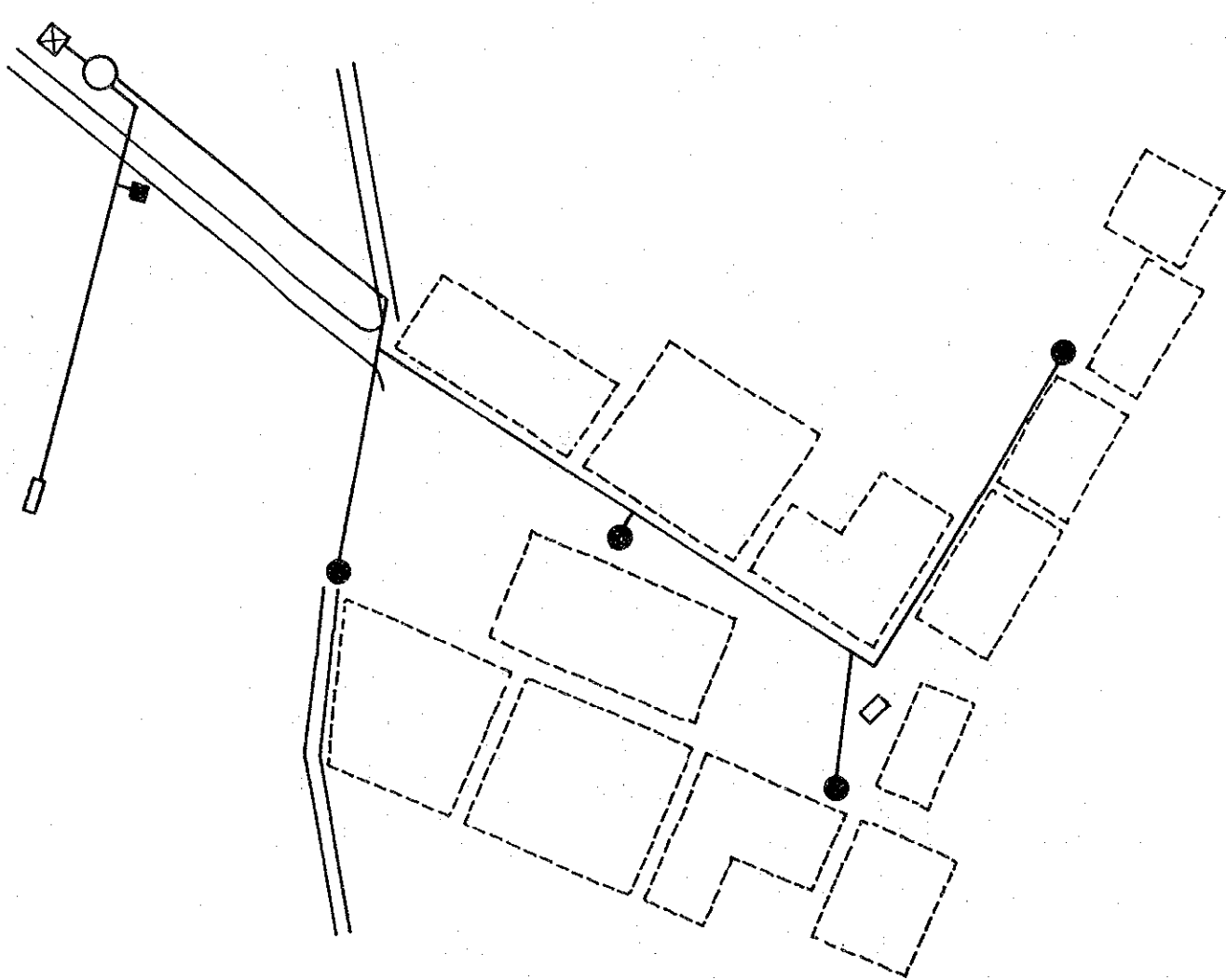
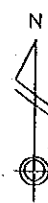
No. 16 DIAM DIAM



- LEGENDE**
- ⊠ : Cabine de machinerie
 - : Réservoir d'eau
 - : Borne fontaine
 - ▭ : Abreuvoir
 - : Station de charrettes
 - : Canalisation



No. 17 DAROU NDI AWENE

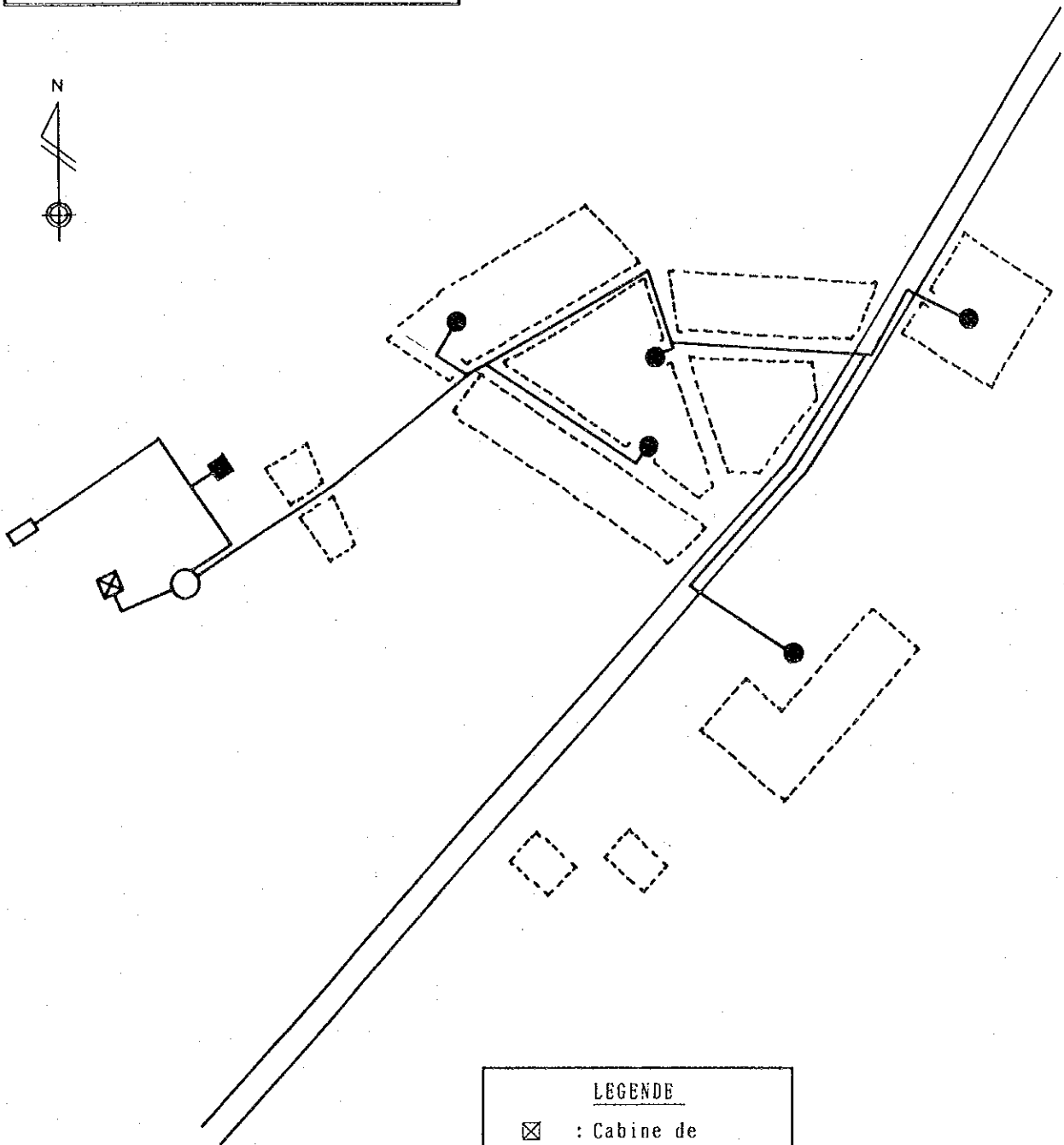


LEGENDE

- ⊠ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- ▣ : Abrevoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation



No. 18 FASS NDIMBELANE

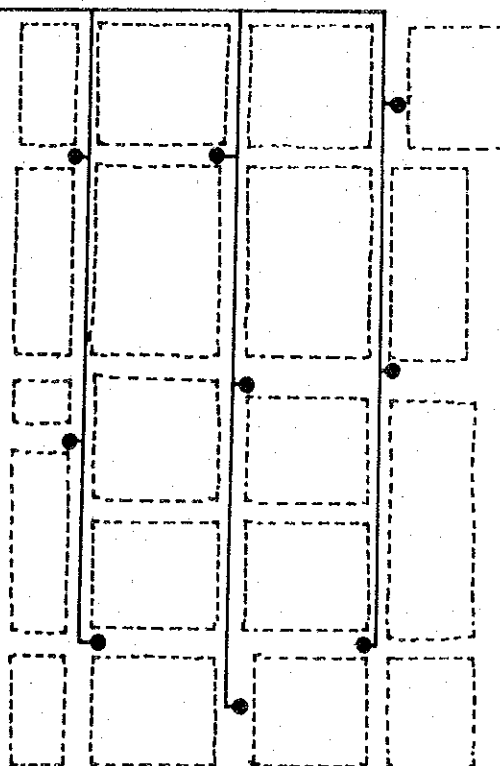
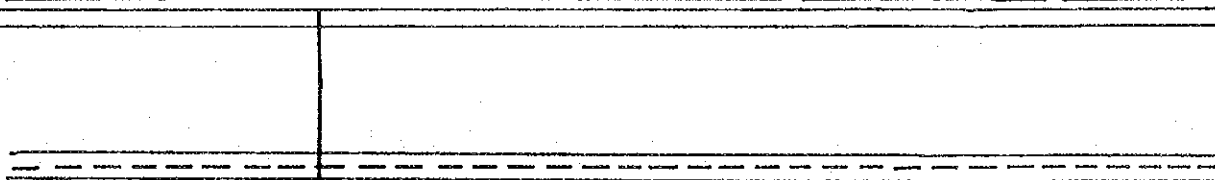
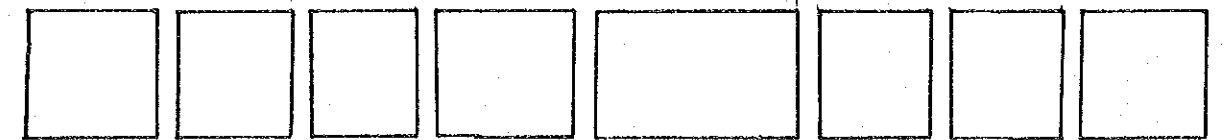


LEGENDE

- ⊗ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation



No. 19 GOUDIRY



LEGENDE

- ☒ : Cabine de machinerie
- : Reservoir d'eau
- : Borne fontaine
- ▭ : Abreuvoir
- : Station de charrettes
- : Canalisation

(2) Dessins d'ouvrages

Cabine de machinerie

Réservoir au sol

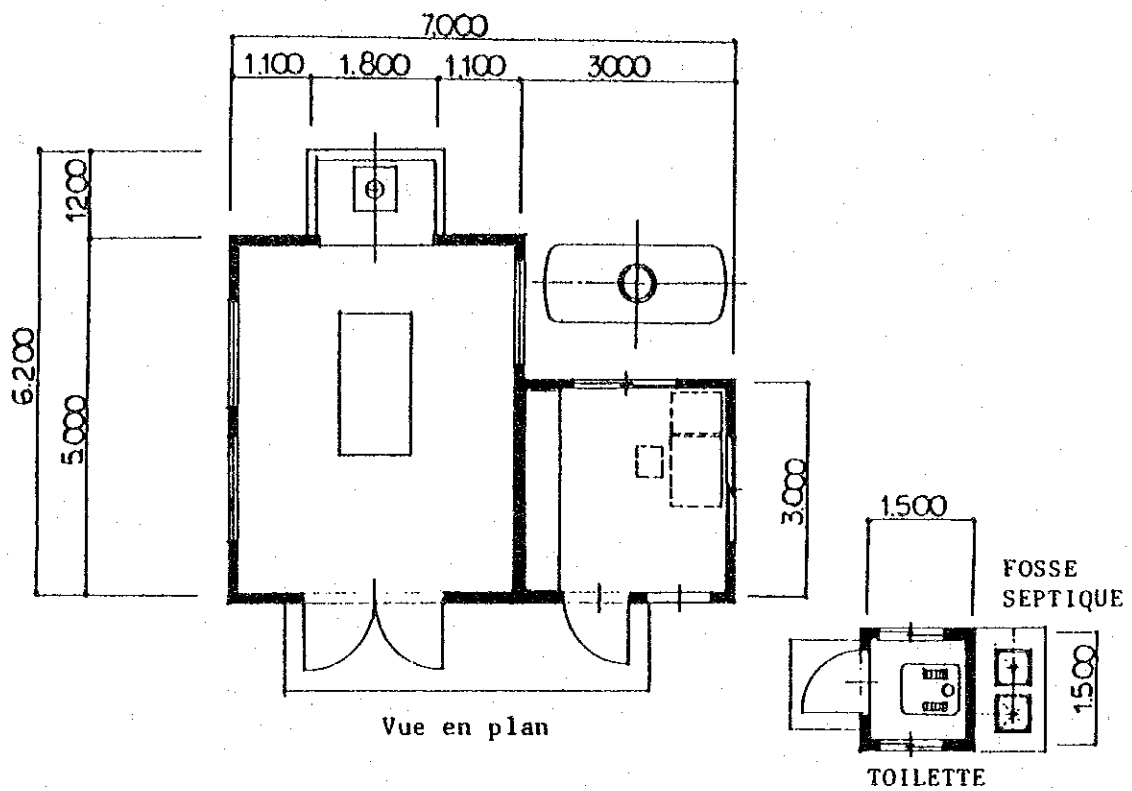
Château d'eau

Borne fontaine/Abreuvoir

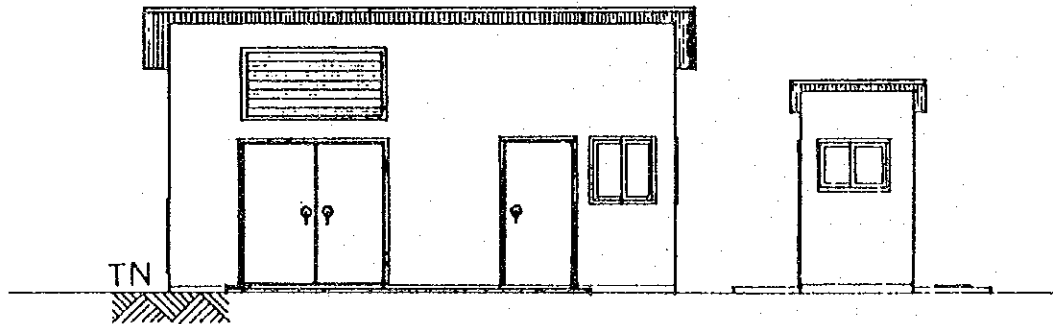
Station de charrettes

Chambre à vannes

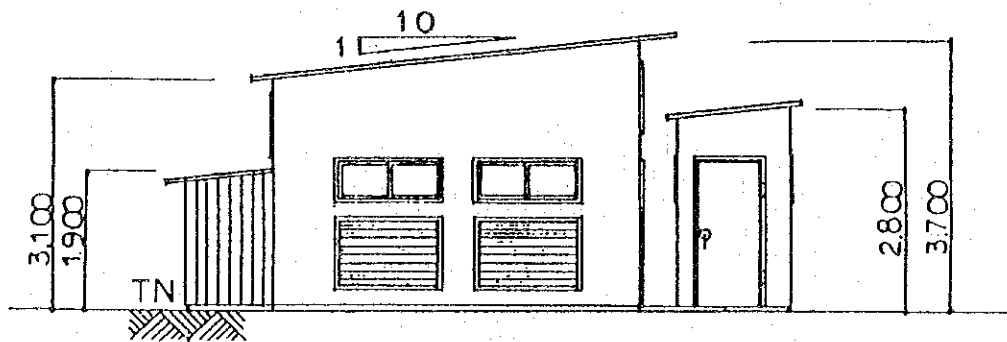
Puisard



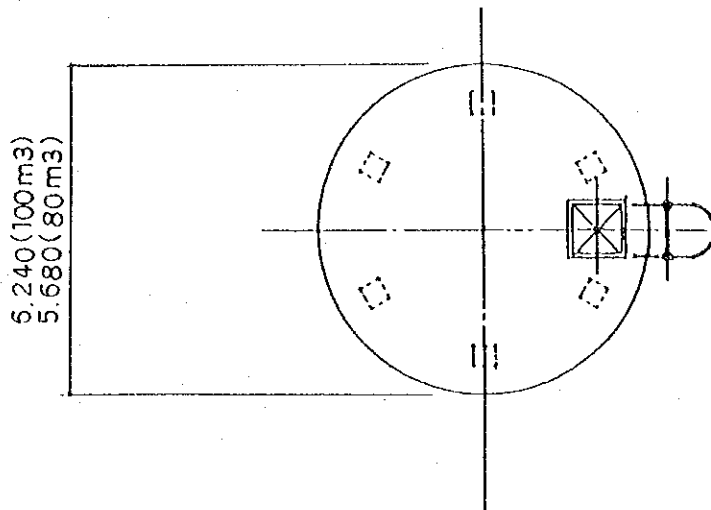
CABINE DE MACHINERIE



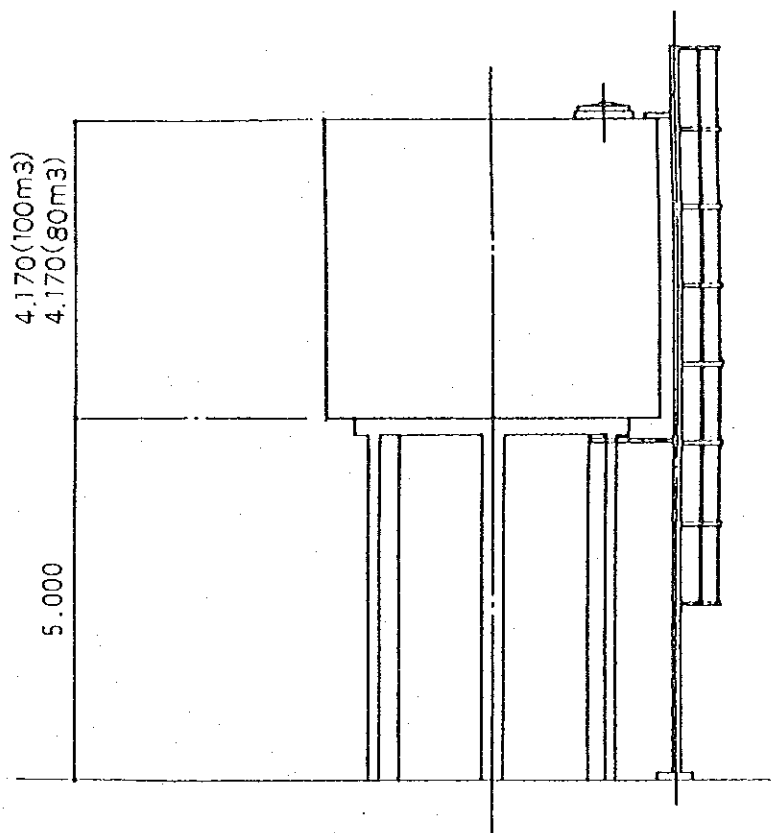
Façade principale



Façade laterale



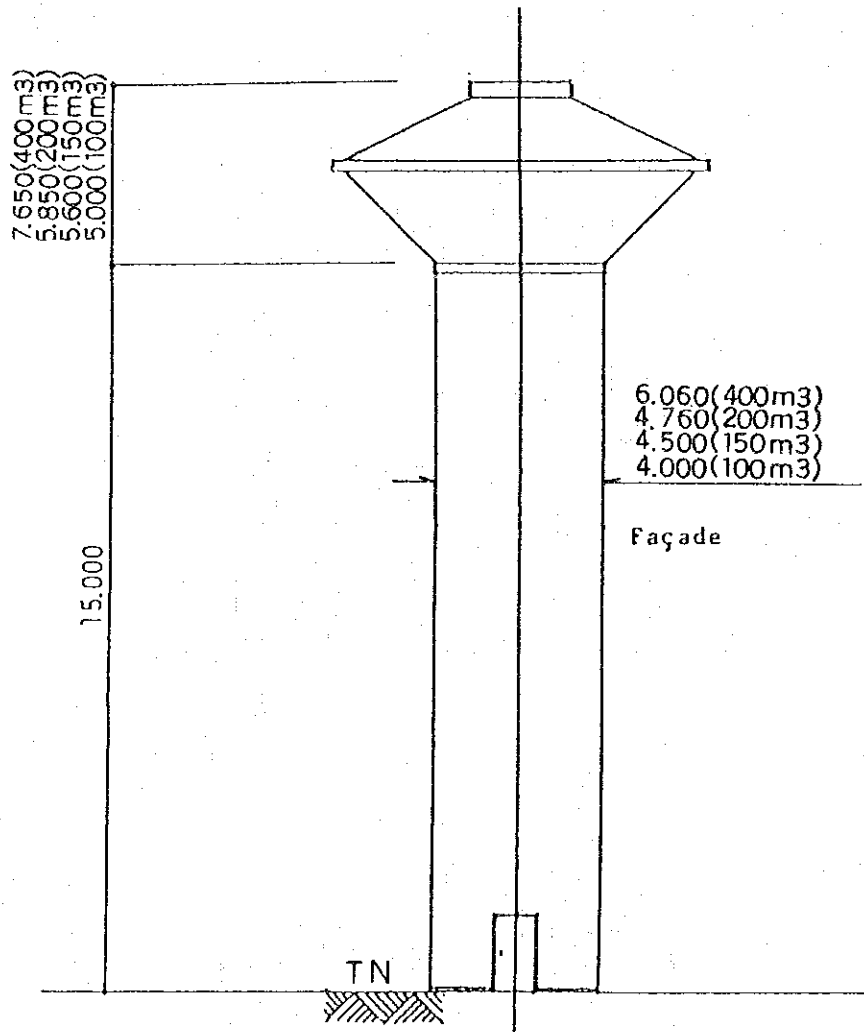
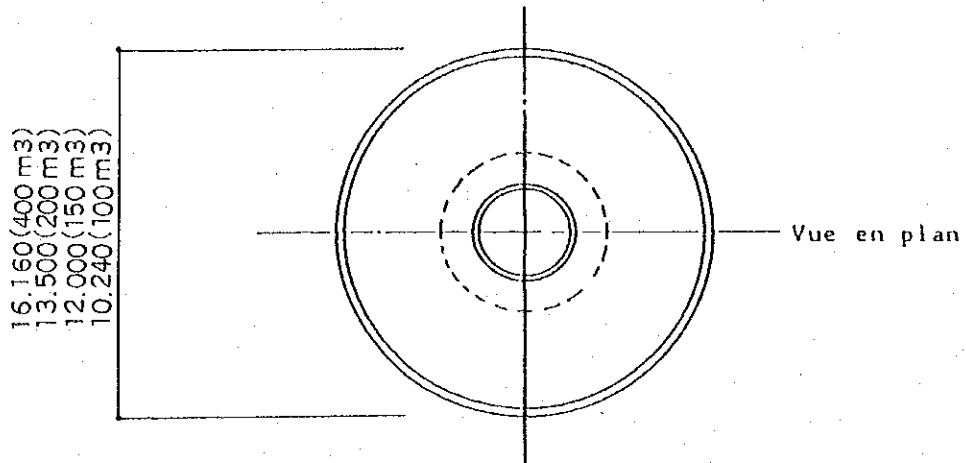
Vue en plan

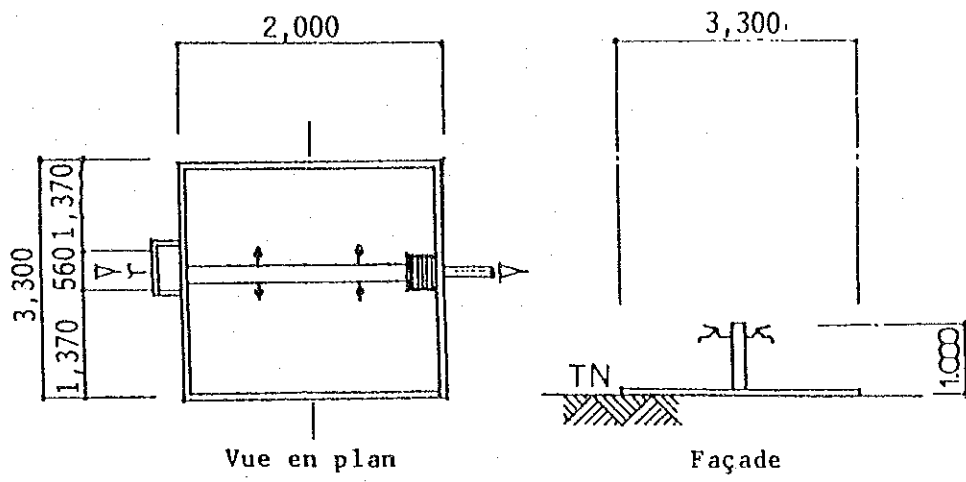


Façade

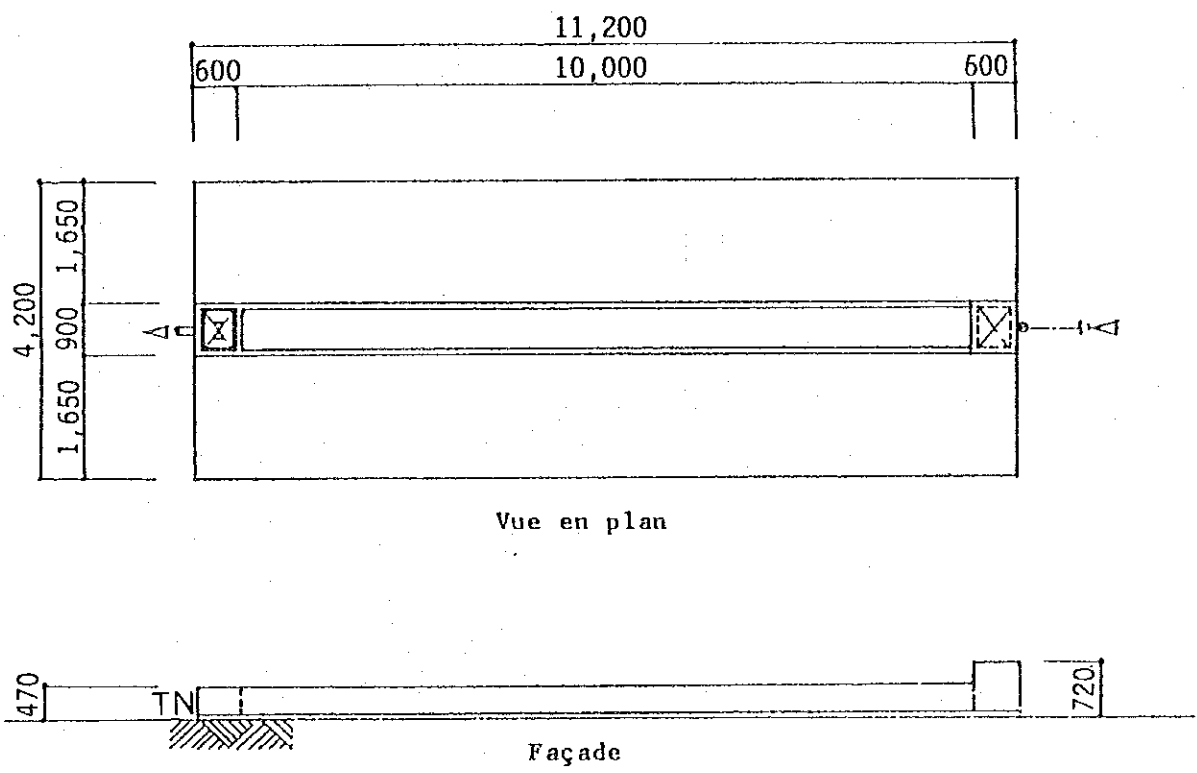
R E S E R V O I R A U S O L

CHATEAU D'EAU

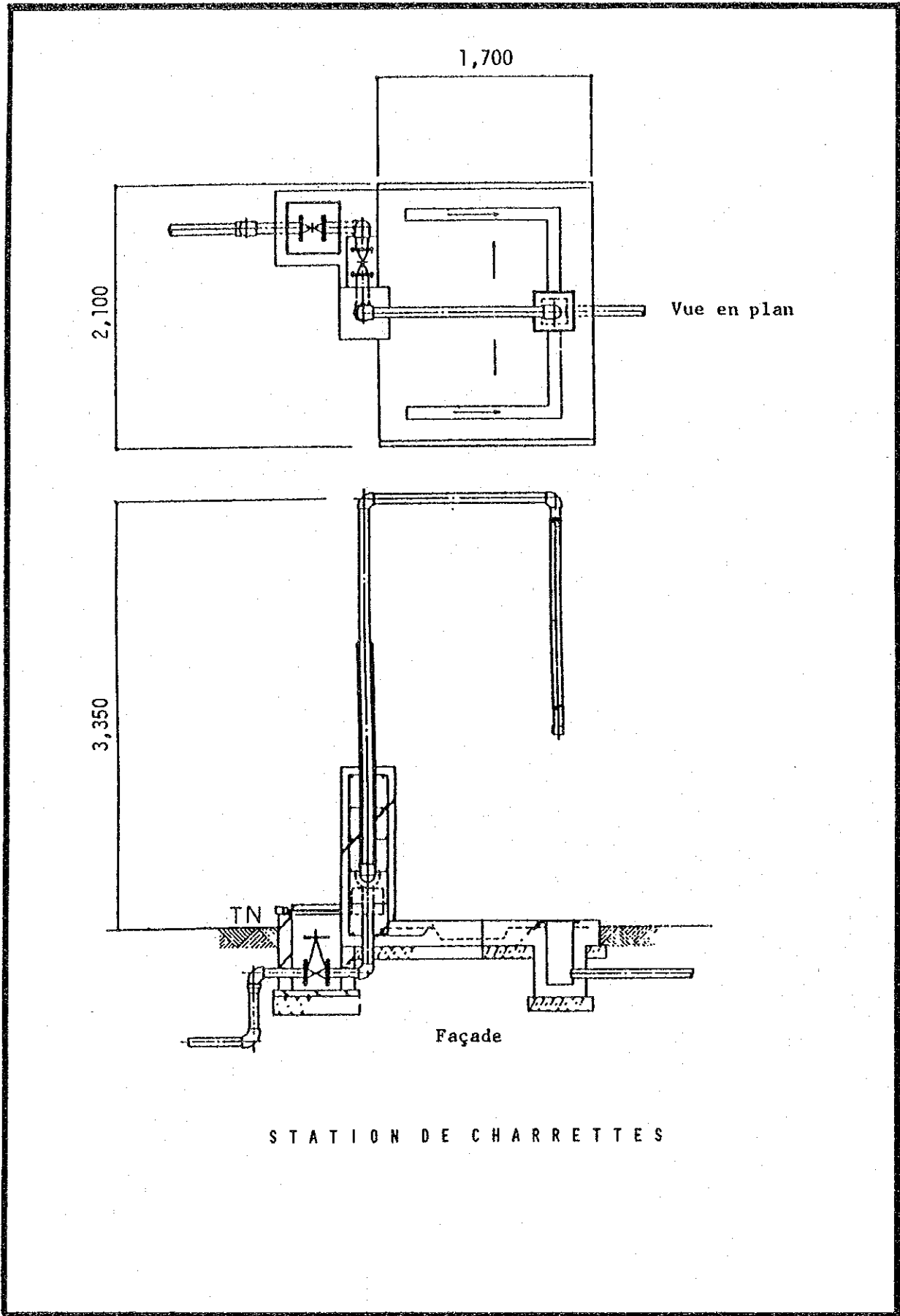




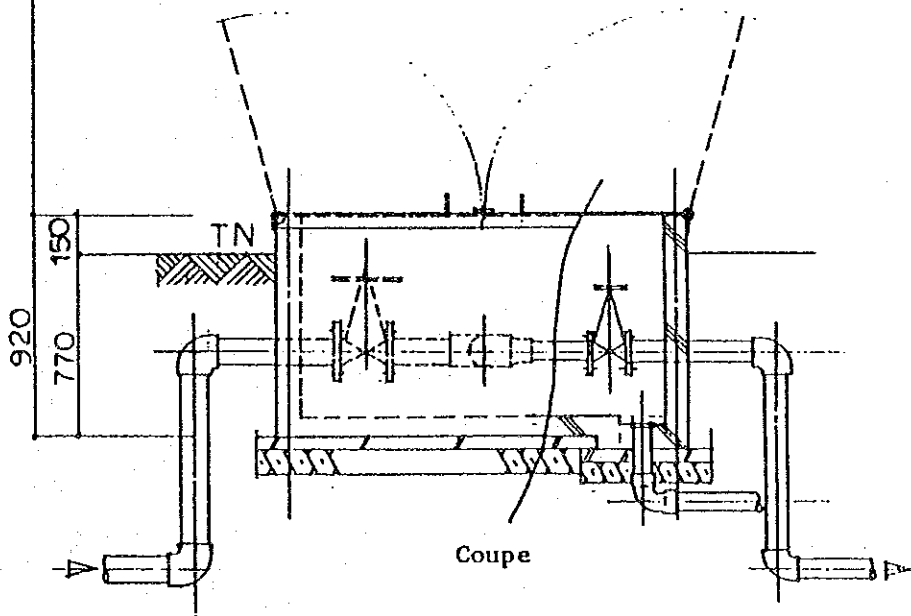
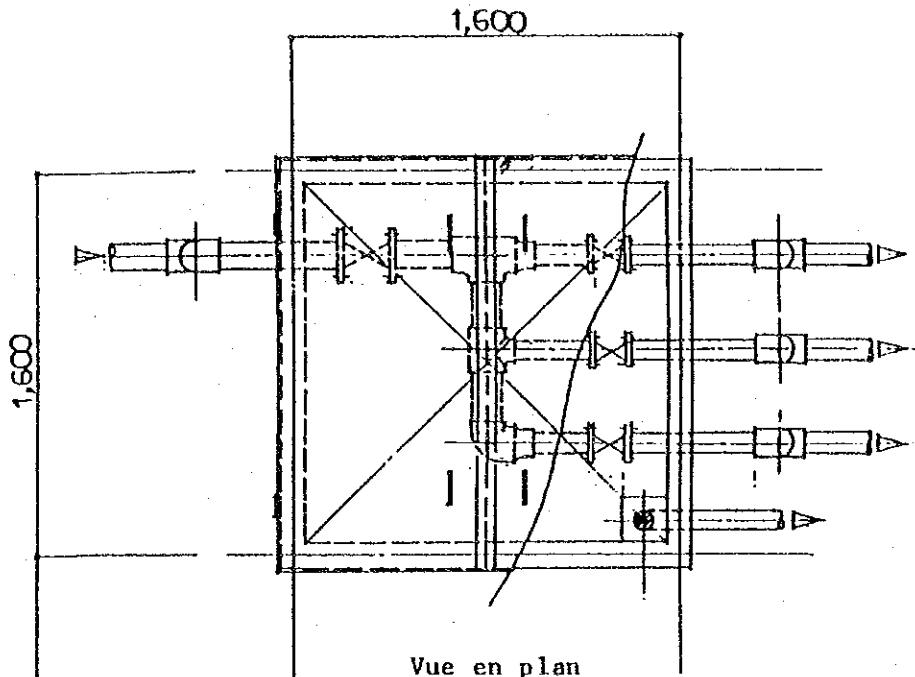
BORNE FONTAINE



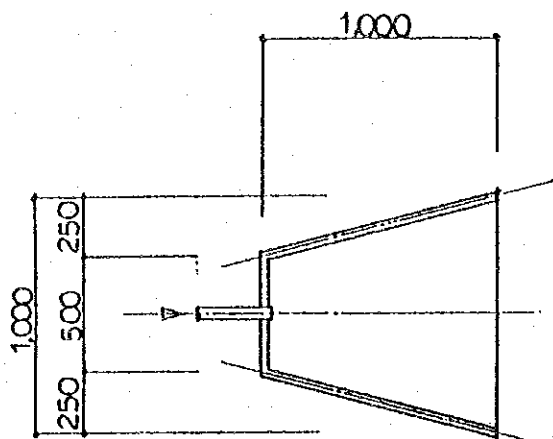
ABREUVOIR



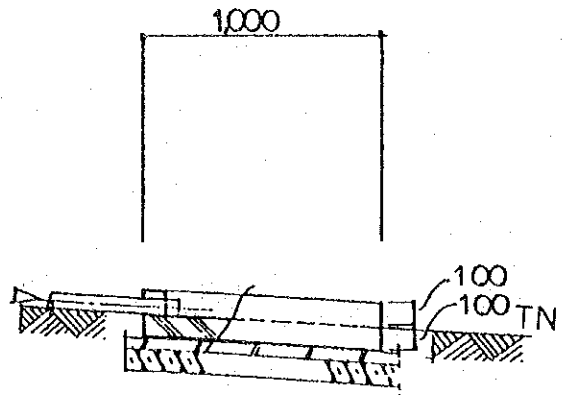
STATION DE CHARRETTES



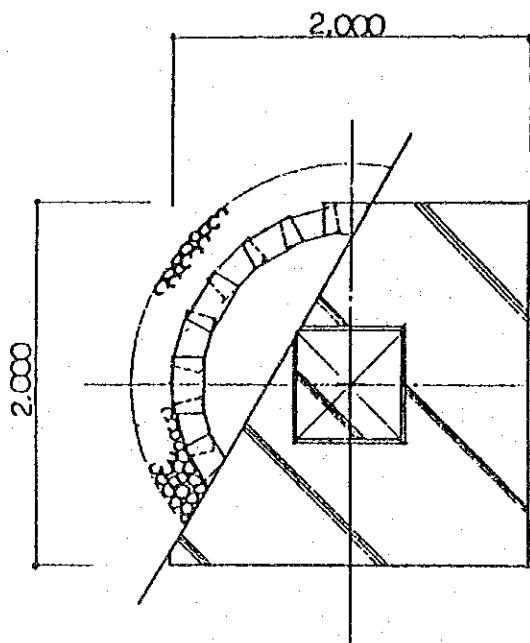
CHAMBRE A VANNES



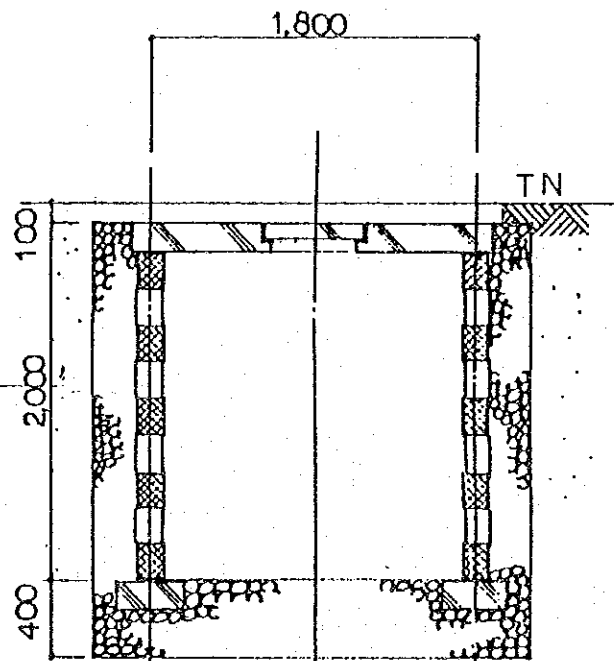
Vue en plan



Coupe



Vue en plan



Coupe

PUISARD

5.4 Plan d'exécution

Le présent projet sera exécuté comme suit s'il est réalisé dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable du Japon.

5.4.1 Orientation d'exécution

L'organisme d'exécution du présent projet est le Ministère de l'Hydraulique. Après la conclusion de l'Echange de notes, il passera un contrat relatif au plan d'exécution et à la supervision des travaux avec un consultant japonais, et avec l'assistance de ce dernier, exécutera l'appel d'offres portant sur la construction des installations et la fourniture des équipements et matériels de maintenance afférents. Le contrat d'exécution sera conclu sur la base de la soumission et de son résultat. Le contractant principal de ce projet, à réaliser dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable, sera une entreprise japonaise.

Pour l'exécution, l'entreprise japonaise, contractant principal, assurera la construction des installations hydrauliques, ainsi que la fourniture des équipements et matériels de maintenance sous la supervision du consultant.

Après l'achèvement des installations, et leur inspection avec les équipements et matériaux, la maintenance sera exécutée par la section concernée de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique du Ministère de l'Hydraulique. La Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique assurera la fourniture des pièces d'équipement et les opérations techniques spéciales, mais les opérations ordinaires seront assurées par les habitants des villages concernés, sous la direction d'un comité de gestion autonome composé d'habitants du village.

L'entreprise japonaise, qui assurera toutes les opérations de ce projet à titre forfaitaire dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable, devra avoir une longue expérience des projets de ce type dans la zone tropicale aride, où se situe la zone du projet, et bien connaître le contenu du projet. Elle devra également posséder des

techniques spéciales pour les travaux des installations hydrauliques, qui utiliseront comme source d'eau un forage puisant les eaux souterraines.

Pour l'exécution des travaux, les sites étant dispersés dans 4 régions, l'aide sénégalaise sera indispensable pour assurer simultanément les travaux du projet. Il y a relativement beaucoup de sociétés s'occupant de la construction d'adductions d'eau, et de travaux de construction en général, et de personnel travaillant dans ce domaine, dont la compétence est hautement appréciée autant du point de vue qualitatif que quantitatif.

Tous les problèmes, tels que normes techniques, lois concernant les plans et l'exécution des installations hydrauliques seront résolus par le Ministère de l'Hydraulique. Cependant, pour les travaux de traversée de route nationale et de rétablissement après la pose des canalisations nécessaires sur une partie des sites, il faudra consulter les autres ministères concernés.

Les 9 projets précédents ayant déjà été réalisés selon le projet d'approvisionnement en eau prévu de cette manière par le Gouvernement Japonais, on peut espérer que le présent projet sera également réalisé de manière efficace. La Figure 5-4 indique le système d'exécution du projet.

5.4.2 Plan de supervision de l'exécution

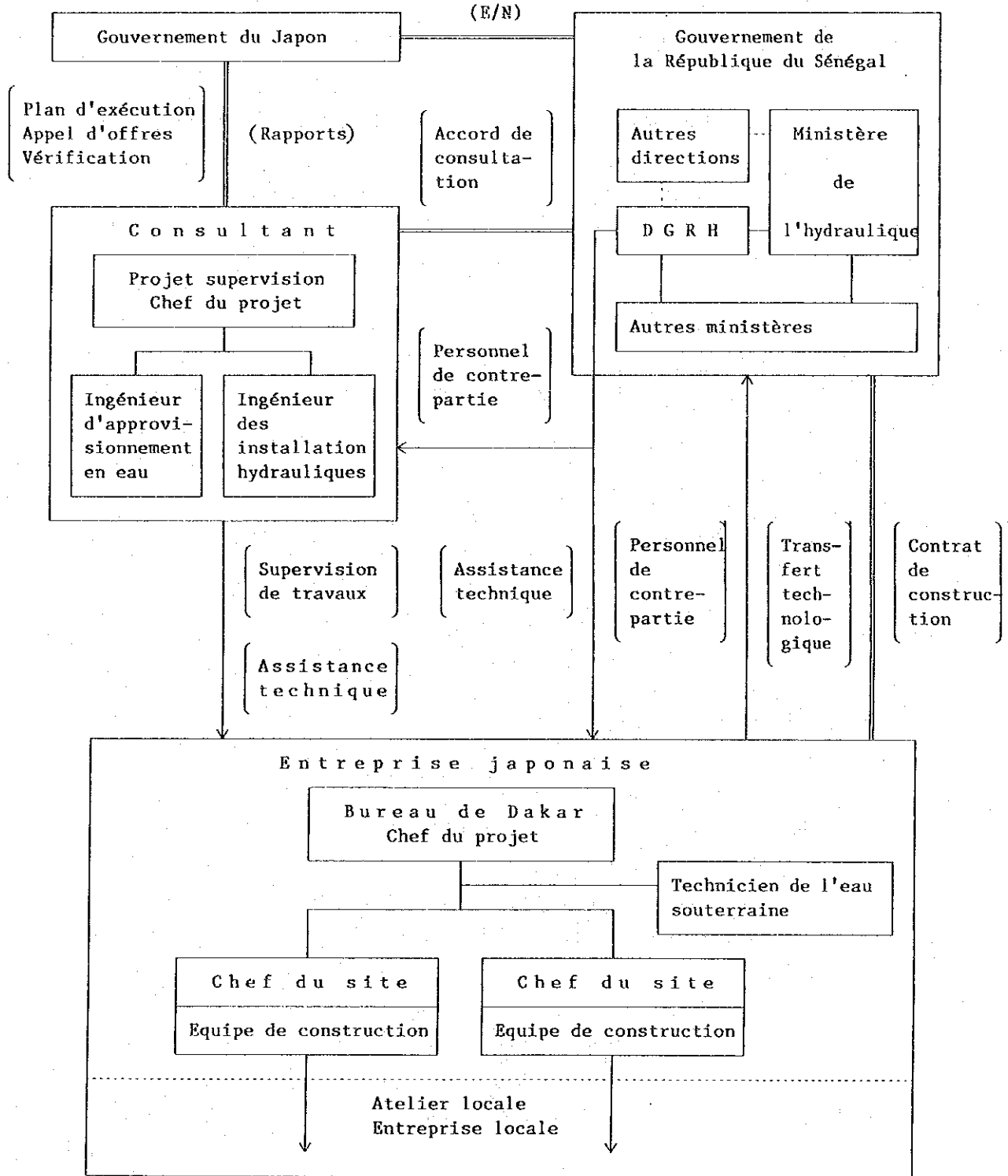
Les opérations allant du plan d'exécution aux instructions concernant l'exécution, en passant par l'appel d'offres, les activités liées au contrat et la supervision de l'exécution, seront exécutées dans le cadre du système de la Coopération financière non-remboursable par le consultant japonais dans l'ordre suivant.

Stade	Ordre	Contenu
Avant les travaux	1.	Plan d'exécution
	2.	Etablissement des documents pour l'appel d'offres
	3.	Exécution de la soumission
	4.	Evaluation des résultats de la soumission
	5.	Assistance pour la conclusion du contrat
Durant les travaux	6.	Supervision de l'exécution
	7.	Etablissement et instructions pour l'exécution du programme de formation
	8.	Instructions pour l'inspection, l'exécution
	9.	Rédaction des rapports, etc.

Ainsi, au stade avant les travaux, sur la base du résultat de l'étude du plan de base, le consultant établira un plan détaillé pour chacun des 19 sites nécessaire à l'exécution du projet comprenant une étude sur place, établira les caractéristiques des travaux de construction des installations et des équipements et matériaux à fournir, et rédigera les documents d'appel d'offres. Il établira les documents d'appel d'offres, et un programme d'appel d'offres sera fait après concertation des ministères et directions concernés, et il assistera l'organisme d'exécution pour l'exécution de l'appel d'offres. Puis, il effectuera l'évaluation des soumissions en considérant leur conformité aux documents d'appel d'offres et aidera à la négociation du contrat entre l'organisme d'exécution et l'entreprise adjudicataire.

Au stade des travaux, le consultant assurera, par l'intermédiaire de ses techniciens détachés sur place, les ajustements avec les différents organismes concernant les problèmes se posant au niveau de l'avancement du projet, tels que le transfert entre des sites, et la gestion de la qualité et la supervision du procédé. A l'achèvement des installations, il effectuera l'inspection de remise des équipements et instruments et celle des dispositifs, donnera des instructions pour l'exploitation et l'entretien dans un programme de formation pour les conducteurs, et rédigera un rapport sur l'exécution des travaux.

Figure 5-4 Système d'exécution



5.4.3 Projet de fourniture des équipements et matériels

Les équipements et matériels pour les travaux de construction des installations seront autant que possible approvisionnés sur le marché local qui, vu la procédure d'avancement des 9 projets précédents, et l'évaluation faite de leurs résultats, semblent convenir sur le plan des prix, de la qualité et de la quantité. Logiquement, nous ferons attention pour que le projet du plan et des équipements et matériaux corresponde aux normes locales.

Pour les équipements et matériels à fournir, les conducteurs sénégalais étant expérimentés, nous tiendrons compte de l'état du marché pour la disponibilité rapide de produits de bonne qualité pour le système d'entretien établi sur place.

Les points ci-dessus ont pu être déduits des résultats obtenus pour les projets précédents, et ils seront appliqués au présent projet.

5.4.4 Contribution

La contribution de la partie japonaise pour le projet sera comme suit.

- (1) Aménagement des forages réalisés par la partie sénégalaise sur les 19 sites dispersés dans 4 régions du projet, et construction d'installations hydrauliques utilisant ces forages comme source d'eau.
- (2) Fourniture des équipements et matériels nécessaires à la maintenance desdites installations hydrauliques, et proposition d'un programme de formation pour le personnel candidat sénégalais nécessaire à l'entretien.
- (3) Travaux de consultation pour l'exécution du projet

Pour la contribution de la partie sénégalaise, l'organisme d'exécution du projet, assurera la direction de l'ensemble des travaux, et les ajustements pour le projet avec les autorités concernées.

- (1) Garantie des terrains pour la construction
- (2) Aménagement des voies d'accès
- (3) Fixation de la banque de paiement, et prise en charge des commissions.
- (4) Exonération des taxes et impôts des équipements et matériels importés
- (5) Accélération de la procédure de dédouanement
- (6) Fourniture des données
- (7) Mise à disposition du personnel de contrepartie
- (8) Après l'achèvement des installations, la sélection, la formation du personnel nécessaire pour que les installations fonctionnent efficacement, et la création d'un système de maintenance comprenant le personnel administratif, à commencer par la création d'un comité de gestion de chaque village, l'affectation du budget, etc.

5.4.5 Programme d'exécution

Pour la construction des installations des 19 sites du projet, on estime qu'un projet en trois phases est adapté, compte tenu de la portée, des spécificités, des emplacements des sites, et de la construction de l'ensemble des ouvrages dans le système de la Coopération financière non-remboursable. Le Tableau 5-5 indique la liste des sites par phase, et le Tableau 5-6 le programme des opérations par phase. Le transport des équipements et matériaux sera difficile pendant la période de grandes pluies de la saison des pluies, on évitera donc cette période pour le transport, mais il ne devrait pas y avoir de problème d'accès pendant la période de construction.

Tableau 5-5 Liste des sites par phase

	Première phase	Deuxième phase	Troisième phase
Nom de site	1.Saré Lamou	1.Lougué	1.Mbégué
	2.Gouloum Mbéthio	2.Dan Thialy	2.Keur Mandoumbé
	3.Kadji Mérina	3.Hamadi Ounaré	3.Darou Salam I
	4.Kambounar	4.Aouré	4.Diam Diam
	5.Vindou Loumbel	5.Doundé	5.Darou Ndiawène
	6.Gawane Djidah		6.Fass Ndimbelane
	7.Darou Salam Nioro		7.Goudiry

Tableau 5-6 Programme des opérations par phase

□ au Japon

▨ au Sénégal

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Première phase	Plan d'exécution/ Supervision de l'exécution	▨	(Echange des Notes, Accord de Consultation)	▨	(Plan détaillé)		(Préparation du dossier de l'appel d'offres)		(Supervision de l'appel d'offres)							
	Fourniture/ Travaux		(Fourniture des équipements et matériels)													
			(Travaux de construction)													
			(Total 12 mois)													
Deuxième phase	Plan d'exécution/ Supervision de l'exécution	▨	(Echange des Notes, Accord de Consultation)	▨	(Plan détaillé)		(Préparation du dossier de l'appel d'offres)		(Supervision de l'appel d'offres)							
	Fourniture/ Travaux		(Fourniture des équipements et matériels)													
			(Travaux de construction)													
			(Total 13,5 mois)													
Troisième phase	Plan d'exécution/ Supervision de l'exécution	▨	(Echange des Notes, Accord de Consultation)	▨	(Plan détaillé)		(Préparation du dossier de l'appel d'offres)		(Supervision de l'appel d'offres)							
	Fourniture/ Travaux		(Fourniture des équipements et matériels)													
			(Travaux de construction)													
			(Total 12 mois)													

CHAPITRE VI EFFETS DU PROJET ET CONCLUSION

Chapitre VI

Effets du projet et conclusion

6.1 Evaluation du projet

L'importance et l'urgence de l'exécution du présent projet apparaissent clairement par sa position élevée dans le 8ème Plan de développement économique et social du Gouvernement Sénégalais (1989-1995), et aussi parmi les autres projets, dont l'exécution a été requise auprès du Gouvernement Japonais. En particulier, ce projet contribuera directement à l'amélioration du niveau de vie et des conditions d'hygiène des habitants des zones rurales, qui jusqu'ici manquaient d'eau, en assurant la fourniture stable d'une eau de qualité même durant la saison sèche. L'exploitation des installations par les communautés régionales aidera également au développement de la cohabitation de la société rurale.

Voici un abrégé des effets attendus du présent projet.

Tableau 6-1 Effets dus à l'exécution du projet et améliorations de la situation actuelle

Situation actuelle et problèmes	Mesures du présent projet	Effets du projet et améliorations
<ul style="list-style-type: none"> Dans la zone du projet, la saison des pluies et la saison sèche sont clairement définies, et durant la saison sèche, les puits sont taris, et les habitants manquent d'eau. Actuellement, ils dépendent de puits insalubres pour leur alimentation quotidienne, la consommation individuelle est de 10 litres par personne et par jour, et les maladies chroniques liées à l'eau sont nombreuses. 	<ul style="list-style-type: none"> La construction d'installations hydrauliques sur les 19 sites des 4 régions qui font l'objet du projet, améliorera le taux d'approvisionnement en eau, et permettra de fournir de manière stable de l'eau potable. 	<ul style="list-style-type: none"> L'achèvement de ces installations permettra d'augmenter le volume d'eau par personne de 10 litres aujourd'hui à 35 litres par personne et par jour. La fourniture d'eau potable d'un forage de manière stable même pendant la saison sèche, ne satisfera pas seulement directement les besoins fondamentaux de la population locale, mais améliorera également leur santé et l'environnement où ils vivent.
<ul style="list-style-type: none"> Le puisage de l'eau quotidien, qui est le travail de la femme et des filles, est un travail de longue haleine tout au long de la journée. 	<ul style="list-style-type: none"> L'achèvement d'une installation hydraulique stable et sûre à proximité de l'agglomération, réduira la distance à parcourir pour le puisage de l'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> Le travail de puisage de l'eau par les femmes et les filles sera réduit. Ainsi, les femmes pourront participer aux travaux agricoles, les filles pourront étudier, et avoir du temps libre.