IV. PLAN DE BASE

4.1 Orientation Fondamentale

Le projet suivra entièrement l'orientation du projet d'ensemble défini lors de l'étude du projet d'alimentation en eau potable de la zone rurale de la région orientale qui a été présentée aux paragraphes 2, 3, et 4 du chapitre 2.

Dans ce chapitre, il a paru utile de souligner les points suivants :

(1) Le premier critère de choix qui a déterminé l'emplacement des puits est un critère de commodité, le puits devant être facilement accessibles aux utilisateurs. Le deuxième critère considéré est la difficulté d'accès aux sites des travaux de réalisation.

(2) En ce qui concerne le plan des installations, le choix a porté sur du matériel simple et robuste qui puisse durer et ne demande pas trop d'entretien, et une grande importance à été accordée à l'aspect économique.

(3) Les machines devant continuer à fonctionner après l'achèvement des travaux du projet, le problème des pièces de rechange a été étudié avec beaucoup d'attention.

(4) Dans le plan des installations on s'efforcera de respecter les normes et les standards européens actuellement utilisés au Rwanda.

4.2 Plan d'alimentation

Le plan d'ensemble a été élaboré sur la base du plan des travaux présenté au chapitre 3.3.2. Il suit les critères d'alimentation définis dans l'Etude du Projet d'Alimentation (voir chapitre 2.4.3 (3)). Ce chapitre expose en détail le contenu du Projet, qui est constitué de 71 petits districts, de 1 district de taille moyenne et d'une cuve de récupération des eaux de pluie.

4.2.1 Petits Districts (71 points d'alimentation)

Un petit district est un district qui ne comporte pas de système de distribution. Le système d'alimentation se compose d'un puits abyssinien équipé d'une pompe manuelle. La quantité d'eau obtenue est fonction de la capacipé de pompage de la pompe manuelle et non du volume de débit du puits.

La capacité de pompage de la pompe manuelle utilisée est estimée à environ 1,2 m^3/h pour un niveau de captage situé aux alentours de 50 m, soit un volume journalier de 10 m^3 en supposant que la pompe fonctionne 8 à 9 heures par jour. Etant donné que la consommation journalière maximum par personne défini dans l'étude du projet est de 15 l, le potentiel d'alimentation d'un puits sera de 670 personnes environ. La "cellule" est actuellement la plus petite unité de base administrative de la région couverte par le projet. Elle regroupe en moyenne 100 familles, soit environ 600 personnes sur un rayon de 2 km^2. Par conséquent, il conviendra de prendre la cellule comme unité de base des petits districts d'alimentation et de placer un puits à peu près en son centre.

4.2.2 Moyen District (1 emplacement)

Un moyen district est un district d'alimentation avec de simples canalisations, qui sera utilisé dans la zône N° I pour le district de Nyankola, qui connait un accroissement brusque de la concentration de sa population, et bénéficie de deux éléments essentiels, à savoir une lignes de haute tension et une nappe d'eau très abondante, qui, d'après les essais de forage représente environ dix fois le volume moyen d'un district normal.

Selon les statistiques de 1983, une population totale de 2.294 personnes se répartit sur un périmètre de 1 km x 2 km. Cependant, étant donné que la région connaît d'importantes immigrations et que la population de ce fait augmente beaucoup plus vite que la normale, la mission a estimé la population réelle de 1986 à 2.760 habitants pour dresser son plan de base, en s'appuyant sur les observations sur le terrain. (Pour plus de détails se reporter au chapitre 4.3.4). Dans le plan sont comprises les

consommations privées, estimées à 22,5 l par personne et par jour, la consommation des boutiques, de l'hôtel, des marchés publics, de l'école, ce qui donne un volume total des besoins de 80 m^3 par jour.

4.2.3 Cuve de Stockage des Eaux de Pluie (1 point d'alimentation)

Les installations de stockage des eaux de pluie seront posées au centre de consultation de médecine chinoise de la commune de Birenga dans le secteur de Bare.

Ce centre est l'unique cenre de médecine chinoise du pays. Entre sa création le 13 juillet 1984 et le 20 août 1985 on enregistrait une moyenne de 160 consultations par semaine et 24 hospitalisations.

Dans ce plan on a estimé que le volume de consommation était de 800 à 1000 l par jour. On a planifié l'installation de cuves d'une capacité de 50 m^3 de sorte qu'il sera possible de disposer de 30 m^3 par jour même pendant la période de faibles précipitations de juillet et août (40 mm en deux mois) car l'eau sera stockée pendant la période de fortes précipitations de mai et juin. (Pour plus de détail voir chapitre 4.3.5).

4.2.4 Emplacement des puits et Condition des sites

Dans l'étude du projet d'alimentation précédente, la préfecture Kibungo qui représente la région couverte par le projet a été divisé en 12 zones de captage des nappes souterraines. Cette division avait été faite en fonction des facteurs hydrogéologiques et topographiques de la région.

Les 72 districts faisant l'objet de la coopération financière non-remboursable ont été répartis sur quatre zones choisies parmi les douze zones que compte l'étude du projet. Leur emplacement a été fixé en priorité en fonction des critères de rendement du forage des puits et de façon à ce que par la suite leur entretien puisse être efficace, car on ne relève pas de différences régionales remarquables en ce qui concerne le degré de dénuement en eau potable de l'ensemble de la région du projet.

L'emplacement prévu pour les puits qui doivent être installés dans chaque district d'alimentation a été étudié séparément pour chaque puits et

fixé après examen minutieux de la profondeur des nappes aquifères, la situation des voies d'accès en place, et la nécessité de dédommager ou non les récoltes sur le terrain choisi.

Les particularités de configuration du terrain, l'état des routes et autres renseignements sont résumés ci-après pour chaque zone.

(1) Zone I (1 district moyen) 36 km²

Région de nouvelles agglomérations, située près du Parc National de Akagera, avec au nord-ouest une ligne continue de montagnes de 1400 à 1500 m d'altitude. La zone est traversée par une route (non revêtue) qui va vers le Parc National Akagera. La route est glissante pendant la saison des pluies, mais elle est fréquemment réparée par les ouvriers du système "umuganda". Une ligne de haute tension aérienne longe la route et va desservir l'hôtel Akagera.

(2) Zone II (15 petits districts) 120 km²

Forme la ceinture nord-ouest de la zone I. Une route relie la nationale et le parc Akagera. Le long de cette route il y a un grand nombre d'agglomérations. Dans cette zone se trouve le bureau des mines et le quartier résidentiel de Somirwa.

Cette route est coupée par deux autres voies locales remontant vers le nord dans les hauteurs. Elles sont bordées de petits hameaux dispersés çà et là et sont impraticables pendant la saison des pluies car très accidentées et glissantes.

(3) Zone III (18 petits districts) 56 km²

La zone est traversée par une route goudronnée qui relie Kigari à la frontière tanzanienne qui coupe la préfecture Kibungo. Les habitations sont dispersés sur le haut ou sur le flanc des collines et pratiquement inexistantes sur le bord de la route. Etant donné que les puits seront placés le long de la route nationale la zone bénéficiera de très bonnes conditions d'accès. Cependant la nappe phréatique est en moyenne assez profonde ; il faudra donc forer des puits assez profonds.

(4) Zone IV (38 petits districts) 113 km^2

Zone qui comprend une large région très tempérée dans laquelle on a réussi à développer des rizières. Elle est destinée à devenir un des greniers du pays.

La population est dispersée sur les sommets et les flancs des collines environnantes et ne forme pas d'agglomérations importantes pour l'instant, mais on estime que la population agricole devrait augmenter très vite. La route qui passe dans cette région relie Rwamanaga et Kibungo. Très accidentée, elle est dangereuse en saison des pluies à cause des risques de dérapages.

Les puits seront creusés le long de cette route. Il ne devrait pas y avoir de problème de quantité et de qualité d'eau mais par contre, comparativement aux autres zones, les distances que les utilisateurs devront parcourir pour atteindre les puits seront assez élevées pour les ménages installés loin de la zone tempérée.

La figure 4.1 indique la répartition des zones d'alimentation et la répartition des districts d'alimentation.

4.2.5 Besoins en Eau des Districts d'Alimentation Prélevés

Les besoins de l'ensemble des districts d'alimentation ont été estimés à 717 litres d'eau par jour en 1990. Une partie de l'alimentation en eau pourrait être assurée par le biais des sources améliorées, mais celles qui relèvent des districts d'alimentation choisis ici ne sont pas pratiques d'accès et n'ont donc pas été retenues. Tous les besoins seront donc couverts par les nouveaux puits. Le plan d'alimentation en eau et les quantités d'eau fournies sont indiqués tableau 4.1 pour chaque secteur d'alimentation.

4.2.6 Estimation des districts d'alimentation

La population de la préfecture de Kibungo était de 383.000 habitants en 1984 dont 5 % environ, soit 20.000 habitants vivant dans les deux centres urbains de Kibungo et Rwamanaga utilisent des conduites de distribution. Environ 363.000 personnes n'ont d'autre possibilité d'alimentation que celles offertes par les sources améliorées ou les eaux

de surface. Lorsque le présent projet sera réalisé environ 35.000 personnes devraient avoir accès à une eau souterraine de qualité, ce qui représente un total de 9,6 % de la population qui ne bénéficie pas des conduites d'alimentation.

Si on évalue les districts d'alimentation du point de vue de la superficie, on estime que 900 km², soit environ un tiers de la superficie totale de la préfecture Kibungo (zone I à XII) sera recouverte par le système d'alimentation par puits avec pompe manuelle du programme d'alimentation inclus dans l'étude du projet. Par conséquent la superficie couverte par les zones I à IV de ce plan de base, qui représente le tiers de la superficie totale du projet, sera de 325 km² environ.

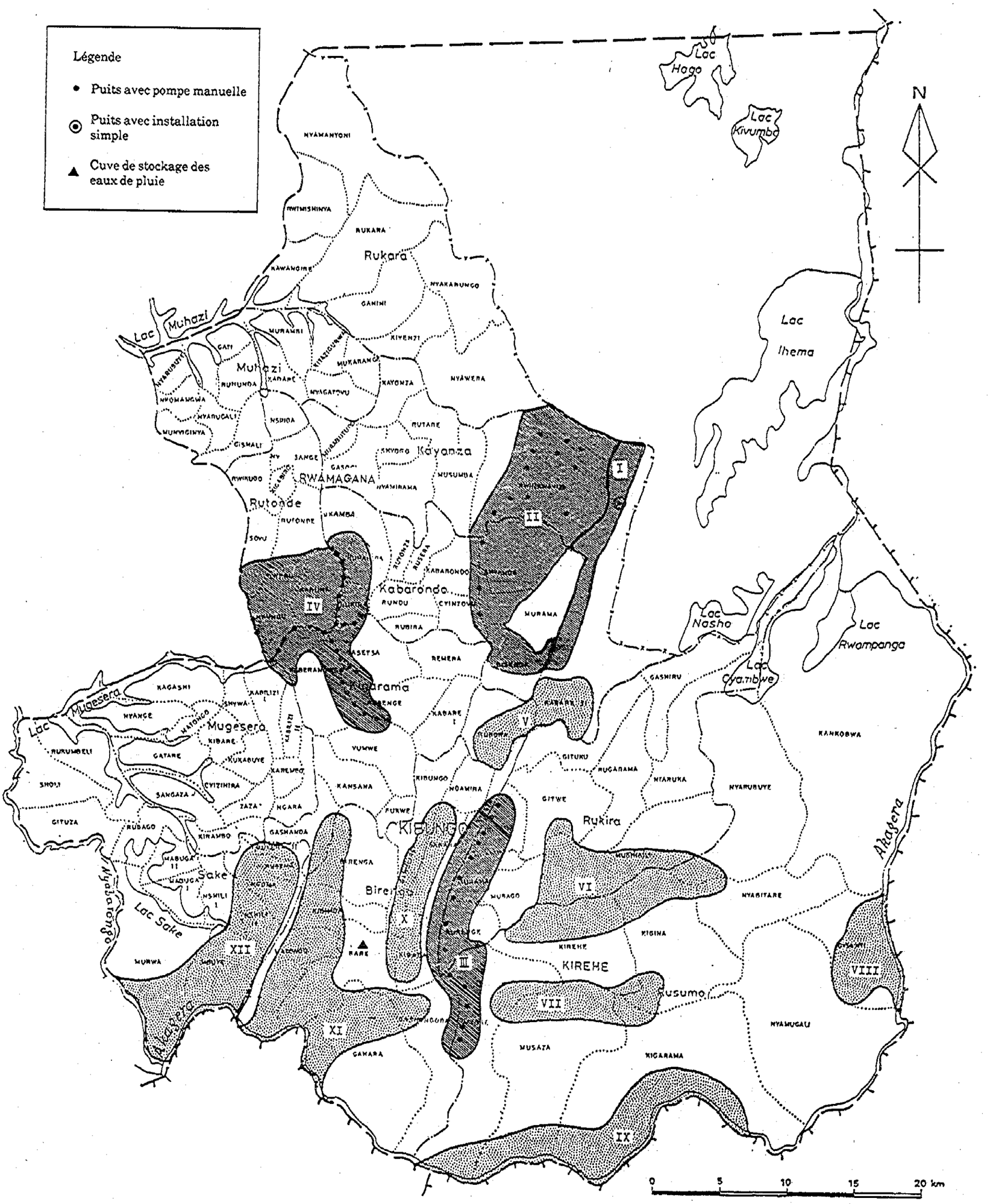


Figure 4.1 Carte de localisation des zones et des puits

TABLEAU 4.1 PLAN D'ALIMENTATION

Zone I.

Numéro	Commune	Secteur	Cellule	Population (1983)	Population à desservir (1990)	Besoins (l / j)	Volumes fournis par les sources (l/j)	Volumes fournis par puits (l / j)	Nombre de puits	Type de puits
1.	Kayonza	Rwinkwavu	Mukoyoyo	1.572	1.053	23.693	0	80.000	1	D1
			Gishanda	722	856	19.260	0	-		
	Kigarama	Kabare II	Gishanda	458	628	14.130	(47.692)	-		
				2.752	2.537	57.083		80.000	1	

Z o n e II.

Numéro	Commune	Secteur	Cellule	Population (1983)	Population à desservir (1990)	Besoins (l / j)	Volumes fournis par les sources (l/j)	Volumes fournis par puits (l / j)	Nombre de puits	Type de puits
1.	Kabarondo	Shyanda	Gisunzu		667	10 .005	0	10 .000	1	D1
2.			Nyakagezi	887	843	12 .645	0	10 .000	1	D1
3.			Cyabajwa	398	459	6 .885	(15 .033)	10 .000	1	D1
4.			Kabarondo	537	669	10 .035	(23 .328)	10 .000	1	D1
5.		Cyinzovu	Rugazi II	450	559	8 .385	0	10 .000	1	D1
6.			Rurenge	500	622	9 .330	(30. 585)	10 .000	1	D1
7.		Bisenga	Muko	486	605	9 .075	0	10 .000	1	D1
8.			Rulenge	486	605	9 .075	0	10 .000	1	D1
9.	Kayonza	Rwinkwavu	Nkondo	936	1 .014	15 .210	0	20 .000	2	D1
10.			Cyabajwa	765	828	12 .420	0	20 .000	2	D1
11.			Mukoyoyo	601	650	9 .750	0	10 .000	1	D1
12.			Gihinga	644	883	13 .245	0	20 .000	2	D1
SOUS-TOTAL				6 .690	8 .404	126 .060		150 .000	15	

Z o n e III.

Numéro	Commune	Secteur	Cellule	Population (1983)	Population à desservir (1990)	Besoins (l / j)	Volumes fournis par les sources (l/j)	Volumes fournis par puits (l / j)	Nombre de puits	Type de puits
1.	Birenga		Kabahushi	419	515	7.725	(11.588)	10.000	1	D1
2.		Kibara	Nyamugali	772	949	14.235	0	10.000	1	D1
3.	Rukira	Murama	Mutara	660	937	14.055	0	10.000	1	D1
4.			Nyagasozi	677	961	14.415	(39.398)	10.000	1	D1
5.			Rukizi	427	606	9.090	0	10.000	1	D1
6.			Tonero	366	520	7.800	0	10.000	1	D1
7.			Nyakabanga	344	488	7.320	0	10.000	1	D1
8.		Rurenge	Kizenga	528	749	11.235	0	10.000	1	D1
9.			Ruzinga I	360	605	9.075	0	10.000	1	D1
10.			Ruzinga II	376	511	7.665	0	10.000	1	D1
11.			Nyakazinga	457	648	9.720	0	10.000	1	D1
12.			Rugombe	356	504	7.560	0	10.000	1	D1
13.		Mubago	Nyagateme	669	588	8.820	0	10.000	1	D1
14.	Rusumo	Gatore	Rurenge II		667	10.005	0	10.000	1	D1
15.	Birenga	Sakara	Gahama	664	816	12.240	(91.756)	10.000	1	D1
16.		Rurenge	Ntara	345	490	7.350	0	10.000	1	D1
17.			Ruvuzi-I	411	584	8.760	0	10.000	1	D1
18	Rusumo	Gatore	Cyunzi		667	10.005	0	10.000	1	D1
SOUS-TOTAL				7.831	11.805	177.075		180.000	18	

Zone IV.

Numéro	Commune	Secteur	Cellule	Population (1983)	Population à desservir (1990)	Besoins (l / j)	Volumes fournis par les sources (l/j)	Volumes fournis par puits (l / j)	Nombre de puits	Type de puits
1.	Kigarama	Gasetsa	Murukore	445	610	9.150	0	10.000	1	D1
2.			Kurutari	445	610	9.150	0	10.000	1	D1
3.			Mundekwe	520	712	10.680	0	10.000	1	D1
4.			Gikomero	348	477	7.155	0	10.000	1	D1
5.		Rurenge	Sata	409	561	8.415	0	10.000	1	D1
6.	Kagarondo	Rundu	Gisoro	712	887	13.305	0	10.000	1	D1
7.		Rukira	Mashya	303	446	6.690	0	10.000	1	D1
8.			Murambi	438	544	8.160	0	10.000	1	D1
9.			Buhoro	438	544	8.160	0	10.000	1	D1
10.		Ruramira	Abiyahuzi	627	781	11.715	0	10.000	1	D1
11.		Nkamba	Mabuga	782	972	14.580	(23.846)	10.000	1	D1
12.	Rutonde	Nkungu	Rushangari	572	737	11.055	(33.696)	10.000	1	D1
13.			Rudashya	572	737	11.055	0	10.000	1	D1
14.			Kabuye	583	751	11.265	0	10.000	1	D1
15.			Nyagakombe	561	722	10.830	(6.739)	10.000	1	D1
16.			Ngatare	292	362	5.430	0	10.000	1	D1
17.			Agasharu	438	544	8.160	0	10.000	1	D1
18.		Nkamba	Cyemo	513	638	9.570	0	10.000	1	D1
19.		Kaberangwe	Gasava	628	862	12.930	0	10.000	1	D1
20.			Bugarama	657	901	13.515	0	10.000	2	D1
21.		Sovu	Nyabishunzi	399	651	9.765	(41.990)	10.000	1	D1

Zone IV.

Numéro	Commune	Secteur	Cellule	Population (1983)	Population à desservir (1990)	Besoins (l / j)	Volumes fournis par les sources (l/j)	Volumes fournis par puits (l / j)	Nombre de puits	Type de puits
22.	Rutonde	Nkungu	Matabe	578	744	11.160	0	10.000	1	D1
23.			Gishike	573	737	11.055	(175.789)	10.000	1	D1
24.			Kangabo	515	662	9.930	(6.739)	10.000	1	D1
25.			Kababero	509	655	9.825	(112.492)	10.000	1	D1
26.			Rwimbago	509	655	9.825	(51.840)	10.000	1	D1
27.			Kamamana	515	662	9.930	0	10.000	1	D1
28.		Rweru	Mubuga	407	523	7.845	0	10.000	1	D1
29.			Kinganzwa	402	517	7.755	(9.331)	10.000	1	D1
30.			Gatare	411	529	7.935	0	10.000	1	D1
31.			Rwisange	411	529	7.935	(3.628)	10.000	1	D1
32.			Kabazeyi	365	470	7.050	(55.987)	10.000	1	D1
33.			Kanyegera	402	517	7.755	0	10.000	1	D1
34.		Sovu	Nyabishunzi	399	651	9.765	(41.990)	10.000	1	D1
35.			Rushangara	461	593	8.895	(112.492)	10.000	1	D1
36.			Kashekashi	536	696	10.440	(86.956)	10.000	1	D1
37.		Kabilizi II	Gashekasheke	442	573	8.595	(11.404)	10.000	1	D1
Sous-total				18.117	23.762	356.430		370.000	38	
TOTAL tableau 4.1				35.150	46.508	716.648		780.000	72	

Les chiffres des volumes fournis par les sources ont été relevés sur des documents del'AIDR. Se reporter au chapitre 5.2.3 (3)

4.3 Plan de réalisation

4.3.1 Puits profonds

Les dimensions standard d'un puits telles qu'elles sont données figures 4.2 et 4.3 "Schéma type d'un puits", font ressortir un diamètre de 150 mm et une profondeur de 60 m (diamètre de 200 mm et profondeur de 60 m pour le puits avec système de canalisations simples). Les puits seront creusés à l'aide de foreuses aux emplacements déterminés lors des diagraphies électriques. Un carter sera introduit dans le puits pour constituer le joint d'étanchéité à partir de la surface et constituer le support des parois du trou. Le carter sera en plastique, matériau choisi pour sa bonne résistance à la corrosion et sa facilité d'installation. Etant donné que les filtres à chaque extrémité du tubage du carter influencent beaucoup la durée de vie du puits et de la pompe, les normes de conception et de façonnage seront fixées en gros à partir des renseignements obtenus lors des essais de forage. Les filtres seront ensuite réajustés et refaçonnés sur place si nécessaire à partir des renseignements obtenus lors du forage réel de chaque puits.

Des essais de pompage seront effectués avant d'installer le tubage du carter et selon les résultats de ces essais on évaluera le bien fondé de la production du puits. Les puits devront satisfaire les normes suivantes :

Débit

. Puits avec pompe manuelle	1.200 l/h minimum
. Puits avec pompe électrique	10.000 l/h minimum

Qualité de l'eau

. La qualité de l'eau n'est pas particulièrement spécifiée. Cependant les puits à risques élevés de pollution feront l'objet d'analyses spécifiques.

4.3.2 Pompes Manuelles

Les pompes manuelles seront installées sur les puits abyssiniens des petits districts. A ce sujet, il faut signaler que l'utilisation des pompes à pédale au pied qui ont été posées sur les puits d'essais forés lors de l'étude du projet d'alimentation a soulevé les observations suivantes :

. Effort physique

Pour actionner la pédale de la pompe il faut beaucoup de force et de plus il n'est pas possible d'appuyer sur la pédale à plusieurs. Sur les puits réels, ce système n'est donc pas souhaitable pour les femmes et les enfants

. Solidité et endurance

Les pièces de friction du piston sont très sollicitées sur les pompes à pédale au pied et demandent à être remplacées toutes les deux semaines environ.

Le choix devra de préférence porter sur une pompe qui puisse être actionnée à plusieurs.

Etant donné que la population recouverte par le projet n'a pas les connaissances techniques nécessaires pour effectuer des réparations ou des changements de pièces compliqués, il y a de fortes chances que les pompes soient purement abandonnées en cas de panne.

Il est donc préférable de choisir du matériel dont la structure demande un minimum d'entretien facile.

Plutôt qu'un choix basé sur des considérations de prix, il est préférable de considérer l'aspect endurance. Il est également souhaitable d'utiliser du matériel dont les parties fongibles ne demandent pas à être remplacées tous les deux mois.

Il faudra choisir des pompes qui auront obtenu de bons résultats lors des essais d'endurance répétés que l'on n'aura pas manqué d'effectuer.

Les caractéristiques techniques de base des pompes manuelles sont les suivantes :

. Profondeur de pompage	20 à 80 m
. Débit (l/j)	1.200 l (profondeur de pompage de 50 m)
. Diamètre extérieur pompe	90 mm maximum
. Matériau du tuyau de décharge	polyéthylène

4.3.3 Plate-forme, Rigole d'Ecoulement et Barrière de Protection

Une rigole d'écoulement des eaux de pluies et des eaux qui s'écoulent en surface sera construite en fonction de la topographie du terrain, afin de protéger les puits de la pollution par les eaux de surface. De plus une barrière de protection sera posée autour des puits afin que l'aire ne soit pas piétinée par le bétail.

La plate-forme servira à garder les alentours de la pompe propre. Elle sera surélevée et sera construite en mortier et en briques.

Le "schéma type d'une plate-forme" est indiqué figure 4.6.

4.3.4 Installation des Canalisations Simples

Les canalisations d'eau de ce projet ont été largement planifiées aux alentours des résidences afin de couvrir le plan d'alimentation du centre commercial de Nyankola (Commune de Kayonza, secteur de Ruynkuwabu) et des agglomérations voisines. Les robinets publics seront en général utilisés pour chaque agglomération desservie. Leur emplacement sera fonction la répartition future de la population de chaque région, mais seront en principe espacés de 500 m. Pour calculer les volumes d'eau fournis par les robinets publics de ce projet, on a pris une base de 22,5 l par jour et par personne. L'eau sera captée à un puits puis envoyée à un réservoir surélevé au moyen d'une pompe de refoulement électrique et distribuée au robinets publics par gravité.

Le plan de base de ce système de distribution est tracé au paragraphe 4.3.6 de ce chapitre.

(1) Volumes d'eau fournis et emplacement des robinets publics

D'après les observations faites sur place par la mission le nombre de ménages s'élèverait à 460, ce qui représenterait une population estimative de 2.760 habitants. En plus de la charge d'alimentation de cette population, il y a lieu de planifier les volumes d'eau utilisés par l'hôtel Akagera, par les boutiques, par l'école, par le marché, ce qui donne un total de 80 m^3 par jour. Les volumes desservis par chaque borne fontaine.

Robinet Public N° 1 (sur la route de Nyankora, près du parc)

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes nécessaires/jour l/j/p	TOTAL
Population	20	6	22,5	2.700
Employés de l'hôtel	30	5	22,5	3.375
Eau de bouche	150 touristes	-	5	750

Total 6.825 = 6m³/jour

Remarque : Actuellement l'eau à l'usage de l'hôtel et l'eau de boisson est transportée tous les jours par camion de la source de captage située à 10 km de là sur la route de Nyankora. A l'achèvement du projet on estime que l'eau sera prise au robinet public et donc ces volumes ont été inclus dans l'estimation. Les volumes utilisés dépendent de la demande de l'hôtel

Robinet public N° 2 (sur la route de Nyankora, près de la citerne)

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes Nécessaires/jour l/j/p	TOTAL
Population	25	6	22,5	3.375
Boutiques	25		100	2.500

TOTAL 5.875 = 20 m³/jour

Remarque : Se trouve à la sortie du centre commercial de Nyankora et constitue le centre d'une agglomération. Une fois par semaine il s'y tient un marché en plein air, et le centre comprend une boucherie, et des restaurants. Le robinet public sera placé dans le prolongement de ces boutiques. L'objectif est d'alimenter le centre commercial en prévision du développement futur et de fournir l'eau potable à la population environnante. Les volumes pris pour les boutiques sont les volumes réels utilisés.

Robinet Public N° 3 (Centre du Marché)

Eau pour le marché et eau de bouche 500 personnes x 5 l = 5 m³/jour

Remarque : Eau à l'usage des clients du marché en plein air et d'utilisation diverse. Le chiffre de 5l/j/p est estimé à partir des volumes de consommation du marché public.

Robinet Public N° 4 (A l'ouest du centre commercial de Nyankora)

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes Nécessaires/jour l/j/p	TOTAL
Population	25	6	22,5	3.375
Boutiques	25	-	100	2.500
			TOTAL	5.875 = 6 m³/jour

Remarque : Le robinet public N° 4 renferme les mêmes objectifs que le robinet public N° 2 puisqu'il est situé à l'ouest du centre commercial.

Robinet Public N° 5 (Extrémité ouest du district)

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes Nécessaires/jour l/j/p	TOTAL
Population I (périmètre de 1 km)	20	6	22,5	2.700
Population II (périmètre de 2 kms)	50	6	22,5	6.750
Population III (périmètre de plus de 2 kms)	80	6	22,5	10.800
			TOTAL	20.250 = 20 m³/jour

Remarque : 20 ménages sont installés le long de la route municipale, 50 ménages sont installés dans un hameau de la vallée au nord de la route municipale et 80 ménages dans son prolongement (plus de 2 km). Dans l'avenir, on compte prolonger les canalisations le long de la route municipale et constituer un groupe de population IV pour lequel les volumes nécessaires ont été inclus dans ces calculs

Robinet Public N° 6

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de personnes Personnes/famille	Volumes nécessaires/jour l/j/p	l/j
Population	30	6	22,5	4.050
				TOTAL = 4 m³/jour

Remarque : Cette route municipale va du centre commercial de Nyankora vers le sud et relie Kabarondo et les bureaux de la préfecture Kibungo.
Sur cette route il y a l'école et l'Eglise sur une distance de 1 km. Le robinet public n° 6 sera placé au milieu, c'est à dire à 500 m.

Robinet Public N° 7 (Extrémité sud du district, devant l'école primaire)

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes Nécessaires/jour 1/j/p	TOTAL
Population	50	6	22,5	6.750
Elèves	300	-	10	3.000
			TOTAL	9.750 = 10 m³/jour

Remarque : Le robinet public N° 7 sera placé à la frontière de la cellule Gishanda et de la cellule Mukoyoyo, devant l'école primaire et l'église. Actuellement les 300 élèves de l'école amènent de l'eau dans une gourde mais par la suite, lorsque le robinet sera posé, ils l'utiliseront certainement pour boire et pour des usages divers. Les 50 familles du réseau de canalisation dispersées sur une distance de 2 km environ devraient pouvoir s'alimenter à ce robinet public. Ces volumes ont donc été inclus dans les estimations. Les volumes utilisés par l'école ont été fixés d'après les renseignements fournis par les enseignants qui soulignent que l'eau est principalement utilisée pour les lessives et les lavages.

Robinet Public N° 8 (Extrémité sud-est du district)

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes nécessaires/jour 1/j/p	TOTAL
Population	30	6	22,5	4,050
				TOTAL = 4 m³/jour

Remarque : Le robinet N° 8 sera installé à l'extrémité sud-est du district sur la chemin de campagne, de l'autre côté de la rivière par rapport au puits pilote actuel. La limite du parc national de Akagera se trouve à deux kilomètres. Actuellement cet endroit reçoit un grand nombre d'immigrants et dans l'avenir il faudra prévoir de faire aller l'eau jusqu'à la limite du parc. Les chiffres incluent ces prévisions.

Robinet Public N° 9

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes nécessaires/jour 1/j/p	TOTAL
Population	20	6	22,5	2.700
				TOTAL - 3 m³/jour

Remarque : Le robinet N° 9 sera posé entre le robinet n° 8 et le point de bifurcation. Les environs ne sont pas très habités mais les mouvements migratoires futurs ont été inclus.

Robinet Public N° 10

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes nécessaires/jour l/j/p	TOTAL
Population	30	6	22,5	4.050

TOTAL = 4 m³/jour

Remarque : Le robinet public n° 10 sera situé sur le prolongement sud-ouest du chemin de campagne sur un plateau situé au milieu d'une zone de population relativement dense. Certaines familles vont chercher l'eau en voiture jusqu'au puits d'essai mais l'eau de l'étang en bas de la vallée est également utilisée.

Robinet Public N° 11 (Extrémité sud-ouest du district)

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes nécessaires/jour l/j/p	TOTAL
Population	50	6	22,5	6.750

TOTAL = 7 m³/jour

Remarque : Le robinet N° 11 sera installé à l'extrémité sud-ouest du district. Les familles qui vivent sur le dernier tronçon de chemin sur une distance de 3 km ont également été inclues dans ces chiffres (environ 20 familles).

Robinet Public N° 12 (Extrémité sud du district)

Bénéficiaires	Nombre de Familles	Nombre de Personnes/famille	Volumes néecessaires/jour l/j/p	TOTAL
Population	30	6	22,5	4.050

TOTAL = 4 m³/jour

Remarque : Le robinet public n° 12 sera installé à l'extrémité sud du district. Les chiffres ont été fixés en prévoyant que les ménages qui vivent sur une distance de 2 km entre le hameau et les montagnes devraient s'approvisionner à ce robinet.

(2) Plan de la Pompe Electrique

La pompe électrique sera placée à environ 500 m en aval du puits d'essai. D'après la diagraphie électrique de l'endroit, la nappe doit se trouver à 70 m de profondeur.

Lors du forage d'essai il a été constaté que la nappe phréatique était sous pression. On pense que le niveau de la surface du puits devrait s'élever jusqu'à 20 m au dessous du niveau du sol et que la pompe devra donc être installée à 30 m au dessous du niveau du sol.

D'après les calculs ci-après, le réservoir (50 m^3) devra être placé à 60 m du niveau du sol. Il sera posé entre la route de Nyankola et le versant nord de la montagne.

Les conduites d'eau qui relient la pompe et le réservoir seront en PVC renforcé ou en acier ductile de Ø 80 mm, et les parties qui traversent la route seront dotées d'une protection.

Lors de l'essai de captage du puits d'essai, on a estimé le débit admissible du puits à 10 m^3/heure. Par conséquent on a planifié les volumes fournis par la pompe sur une base de 8 heures d'utilisation par jour.

1) Critères de base

. Débit horaire	10 m^3 soit 2,8 l/s
. Différence de niveau entre niveau d'eau supérieur dans le réservoir et l'emplacement des des installations de pompage	60 m
. Profondeur du puits minimum utilisable	30 m
. Différence de niveau	90 m

D'après les observations qui ont été faites lors de l'étude d'exploitation des nappes, il s'avère que dans le cas des systèmes de distribution par robinets publics d'une région dont la répartition de la population rurale suit le schéma de la région du projet, les moments de pointe extrêmes n'existent

pas et la demande est à peu près constante tout au long de la journée.

Le plan de distribution sera donc dressé en considérant que les volumes journaliers nécessaires correspondent aux débits calculés et en fixant la capacité de pompage de l'installation en fonction des diamètres de tuyauterie et des pertes à la colonne d'eau. Un plan de distribution incluant des demandes en crête s'avère trop ambitieux dans le cas présent.

2) Colonne d'eau

. Longueur de tuyauterie 330 m

. Diamètre des tuyaux

(a) A l'intérieur de la pompe 150 mm

(b) Intérieur des canalisations 80 mm

. Pertes à la colonne d'eau (TABLES ET ABAQUES DE RUDOLF LAUTRICH)

(a) A l'intérieur de la pompe Ø 150 mm

0,00024 x 30 = 0,0072 - 0,01

(b) A l'intérieur des tuyaux Ø 80 mm (u = 0,57 m/s

0,00530 x 330 = 0,75 m

(c) A l'intérieur des tuyaux courbés 0,50 m

. Colonne d'eau

90 + (0,01 + 0,75 + 0,50) = 91,26 m

3) Colonne d'eau réelle

Colonne d'eau 91,26 m

Vitesse du courant 0,57 m/s

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{0,57^2}{2 \times 9,8} = 0,017 \text{ m}$$

Colonne d'eau 91,26 + 0,017 = 91,28 arrondi à 93 m

4) Spécifications

Pompe 150 mm pour puits 50 BHS 10 - 7,5 KW

Moteur

1. Rendement de la pompe 0,75

2. Rendement du moteur 0,90

3. $\frac{2,8\ (l/s) \times 93}{102} =$ 2,56 KW

4. $2,56 \times \frac{1}{0,75} \times \frac{1}{0,90}$ 3,8 KW

5. Puissance CV moteur

3,80 x 1,10 = 4,2 KW = 5,2 KVA

(3) Plan de distribution

1) Réservoir

(a) Capacité

La capacité standard du réservoir a été calculée de façon à ce qu'il y ait une réserve d'approvisionnement d'une demi-journée environ si la pompe tombe en panne. Elle a donc été fixée à 50 m³.

Une pompe automatique adaptée au niveau inférieur du réservoir fournira le volume d'eau nécessaire pour les besoins journaliers.

(b) Emplacement

L'emplacement du réservoir est indiqué dans le schéma des canalisations 5.3.7. Il sera posé à 1.450 m d'altitude compte tenu que le robinet public N° 5 est situé à 1.430 m au dessus du niveau du sol (hauteur calculée à partir du parking de l'hôtel Akagera qui est à 1.625 m) et que les pertes jusqu'à l'extrémité de la colonne d'eau sont de 8,5 m. La hauteur exacte de pose du réservoir est donc de 1.438,5 m.

(4) Plan de Distribution

1) Tuyaux de distribution

Les tuyaux de distribution seront choisis dans des matériaux et des dimensions disponibles sur le marché rwan-

dais. Le matériau retenu est le PVC. Les pertes à la colonne d'eau sont indiquées tableau 4.2.

2) Canalisations

Le choix des canalisations a été déterminé en fonction du degré de vibration de la pompe. Les tuyauteries des canalisations seront constituées de tuyaux en acier ductile de Ø80 mm.

3) Robinets publics (12)

Les emplacements choisis pour les robinets publics ont été décidés en tenant compte des normes d'espacement de 500 m utilisées par l'AIDR dans les régions rurales, de la densité de population et des possibilités de développement futures. Ils sont indiqués sur la carte de répartition.

Le robinet choisi est de type poussoir, système qui élimine les risques de gaspillage d'eau.

4) Soupapes

Pour que la distribution d'eau soit des plus efficaces des soupapes seront placées aux endroits qui conviennent. Les types de soupapes et leur nombre seront les suivants :

Soupapes régulatrices	11
Soupapes de vidange	7
Soupapes pneumatiques	20

5) Traversée des routes et des rivières

Les parties de tuyauteries qui seront situées sous les chemins et les rivières seront munies d'une protection.

(5) Raccordement à la Ligne aérienne de 6,6 kV

Les installations de raccordement électrique consisteront en deux pylônes (enduits de créosote, 10 m) installés près du local de la pompe.

Les lignes extérieures jusqu'aux pylônes et les isolateurs de connexion seront placés en extérieur.

TABLEAU 4.2 CALCUL DES PERTES A LA COLONNE D'EAU

No.									
1	R - A	80	0.93	φ75	200	0.006	1.2		
2	A ~ 1	7	0.08	φ25	500	0.004	2.0	3.2	1+2
3	A ~ 3	67	0.78	φ50	550	0.0045	2.5		
4	3 ~ B	40	0.46	φ40	40	0.0055	0.3		
5	B ~ 4	26	0.30	φ40	500	0.0026	1.3		
6	4 ~ 5	20	0.23	φ30	490	0.0065	3.2	8.5	1+3+4+5+6
7	B ~ 6	14	0.16	φ30	500	0.0036	1.8		
8	6 ~ 7	10	0.12	φ25	550	0.0055	3.1	8.9	1+3+4+7+8
9	3 ~ C	22	0.26	φ40	690	0.0022	1.6		
10	C ~ 9	7	0.08	φ25	500	0.004	2.0		
11	9 ~ 8	4	0.05	φ25	500	0.004	2.0	9.3	1+3+9+10
12	C ~ 10	11	0.13	φ30	960	0.0027	2.6		
13	10 ~ 11	7	0.08	φ25	360	0.004	1.5	9.4	1+3+9+12+13
14	C ~ 12	4	0.05	φ25	280	0.004	1.3	6.6	
					6,620				

1) Spécifications des interrupteurs de charge sur pylône

(a) Type	Manuel externe
(b) Tension nominale	7,2 kV
(c) Intensité nominale	100A
(d) Intensité nominale instantanée	4kA à 7,2kV
(e) Degré d'isolation	6A
(f) Normes appliquées	JIS C 4605

2) Spécifications des transformateurs sur pylône

(a) Type	Triphasé, externe, huile, à refroidis. naturel
(b) Tension nominale	6,6 kV phase primaire 220 kV phase secondaire
(c) Fréquence nominale	50 Hz
(d) Capacité nominale	20 kVA
(e) Raccordement des lignes	
(f) Degré d'isolation	6A
(g) Normes appliquées	JIS204, JIS C 4304

(6) Table de commande de la pompe de captage

La table de commande sert pour la mise en marche et le réglage de la pompe de captage du puits. Elle sera installée à l'intérieur du local prévu pour la pompe.

1) Spécifications

(a) Type		grille murale, intérieure
(b) Quantité		1
(c) Dimensions	(lxPxH) mm	600x450x1000
(d) Dispositifs électriques		
Interrupteur de ligne 3P, 75AF		1
Interrupteur de ligne (Pour moteur immergé) 3P, 50AF		1

Interrupteur de ligne (Pour alimentation) 2P, 30AF	1
Interrupteur de ligne (Eclairage du local)	1
Interrupteur de ligne (de rechange) 3P, 30 AF	1
Contacteur magnétique (pour moteur immergé)	1
Interrupteur (Eclairage du local)	1
Transformateur commande 220/100V, 1 kVA	1
Transformateur compteur avec fusibles	2
Transformateur avec commutateur	1
Convertisseur compteur 75/1A	3
Ampèremètre avec commutateur	1
Relais 2 E (pour dépassement de charge et relais de phase)	1
Convertisseur pour relais 2 E 50/1A	2
Relais d'appoint	1
Fusible	1
Commutateur (manuel-automatique)	1
Contacteur alimentation (mise en marche et arrêt de la pompe)	1
Contacteur alimentation (marche-arrêt éclairage du local)	1
Lampe témoin (avertissement de panne)	1
Lampe témoin (marche-arrêt)	2

(e) Normes appliquées JEM 1265

(f) Mode de fonctionnement de la pompe

- Pour mettre en marche commuter le contacteur d'alimentation (marche-arrêt).
- La pompe s'arrête ou démarre en fonction du niveau d'eau du puits.
- Démarrage-arrêt en fonction du niveau d'eau du réservoir surélevé.

(g) Pièces de rechange

. Lampes témoin	100 %
. Lampe de soupape	200 %
. Fusibles	200 %
. Contrôleur de niveau	1
. Relais d'appoint	50 %
. Interrupteurs de ligne	1 de chaque
. Contacteur magnétique	1

(7) <u>Matériau des câbles et des mises à la terre</u>

1) Les qualités et grosseurs de câbles seront fonction de leur utilisation.

(a) Les câbles d'alimentation choisis auront une surface nominale de 3,5 mm^2 et seront des isolants en vinyle ou des tuyaux d'acier avec armature vinyle ondulée pour utilisation externe.

(b) Les câbles des dispositifs de commande et des compteurs auront une surface nominale de 2,0 mm^2 et seront des isolants de vinyle et des fils électriques IV en acier avec armature en vinyle.

(c) Les fils de la mise à la terre seront des fils électriques IV isolants en vinyle. Les fils d'alimentation de la pompe de captage du puits et les fils conducteurs du compteur de niveau d'eau du puits installé sur la pompe de captage seront reliés directement à la table de commande.

(d) Matériau de la mise à la terre
La tige de mise à la terre sera constituée d'un

tube en cuivre de Ø 14 x 1.500 mm. Un connecteur à tension sera utilisé pour le raccordement de la ligne de terre et la station et entre le répartiteur et la ligne de terre.

(8) Local de la pompe

Le local de la pompe mesurera 3 m x 3 m au sol et sera construit en briques au dessus du puits. Un orifice sera prévu au plafond pour le carter de la pompe et la table de commande sera accrochée au mur.

4.3.5 Cuves de Stockage des Eaux de pluie

Le toit du centre de médecine chinoise de Birenga sera utilisé comme zône de récupération des eaux de pluie, des gouttières seront posées et l'eau de pluie répartie vers trois nouvelles cuves de stockage et vers une cuve déjà en place.

Les précipitations mensuelles moyennes de la préfecture de Birenga sont données ci-après :

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AO	SEPT	OCT	NOV	DEC
Préc. (mm)	63,8	84,8	87,5	156,5	160,8	59,4	41,4	0,2	80,3	54,0	111,0	52,5

La superficie totale de récupération de l'eau de pluie est de 486,9 m^2, comme nous le voyons sur le schéma. Etant donné que sept mois de l'année ont des précipitations supérieures à 62 mm il sera possible de récupérer environ 30 m^3 d'eau par mois, ce qui suffit pour les besoins du centre médical. Les mois qui connaissent une pluviométrie comprise entre 40 et 60 mm, c'est à dire octobre et décembre sont précédés de deux mois à fortes précipitations (septembre et novembre, 80 mm et 110 mm) ce qui est largement suffisant si cette eau est stockée.

Juin, juillet et août réunis n'atteignent pas les 100 mm de précipitations. Par conséquent il faudra suppléer à ce manque qui s'élève à (62mm x 3) - 100 = 86 mm (42 m^3 environ) en stockant des réserves en mai

qui connait des précipitations de 160 mm afin d'avoir les capacités minimum nécessaires. Le projet prévoit de stocker au minimum 50,4 m³ afin de compenser les périodes qui connaitraient des précipitations égales à 20 % des périodes normales.

Les spécifications des cuves sont les suivantes :

. Type	Préfabriquées en plastique renforcé à la fibre de verre
. Quantités	3
. Capacité	17 m³ chacune
. Dispositifs	Jauge de niveau flottante, robinet tamis, dalle

Spécifications des gouttières :

. Demi-rondes Ø 150 mm. en PVC

4.3.6 Schémas Types

Les différents schémas types des installations sont donnés dans les pages qui suivent.

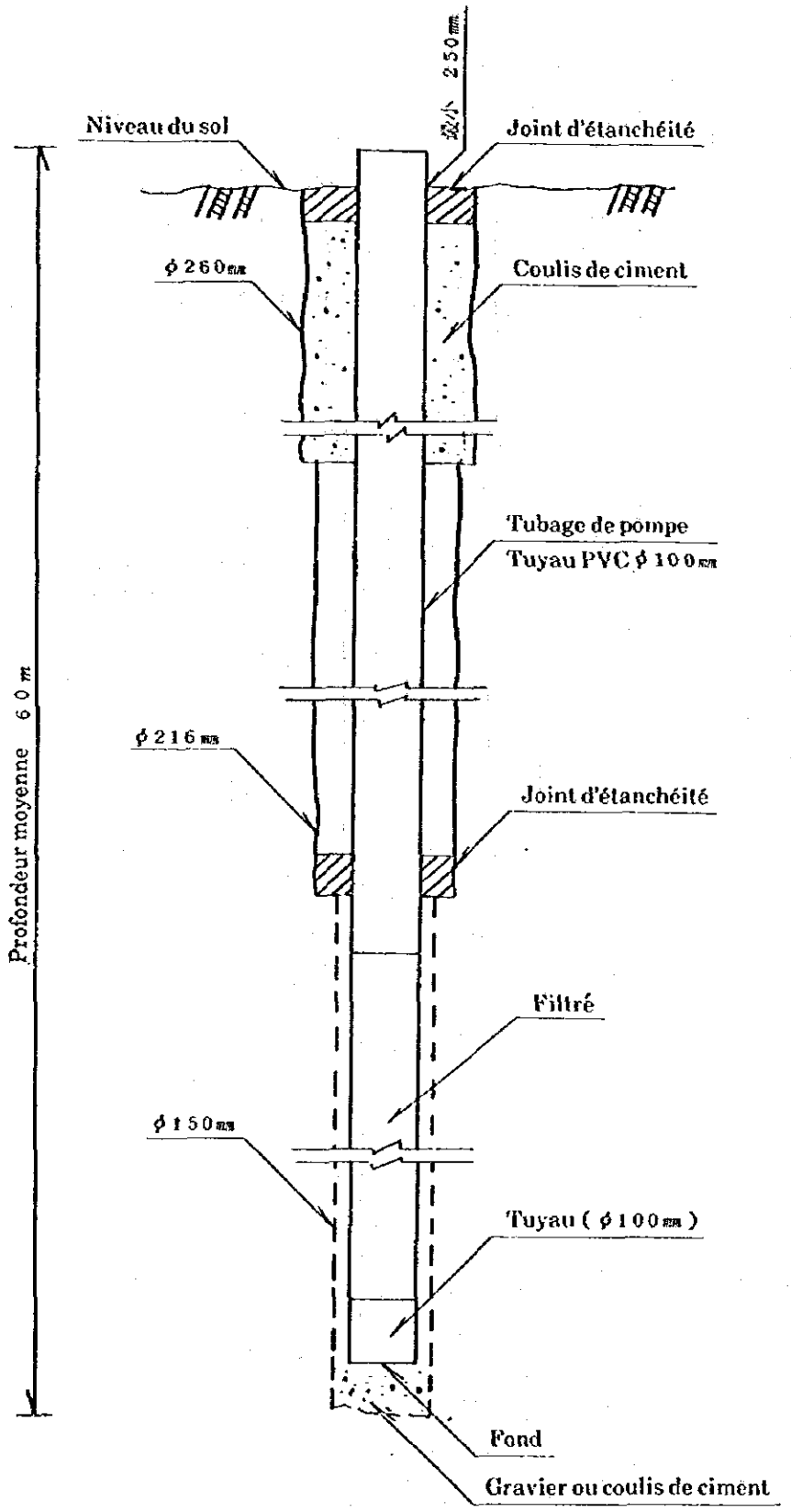


Figure 4.2 Schéma type d'un puits à pompe manuelle

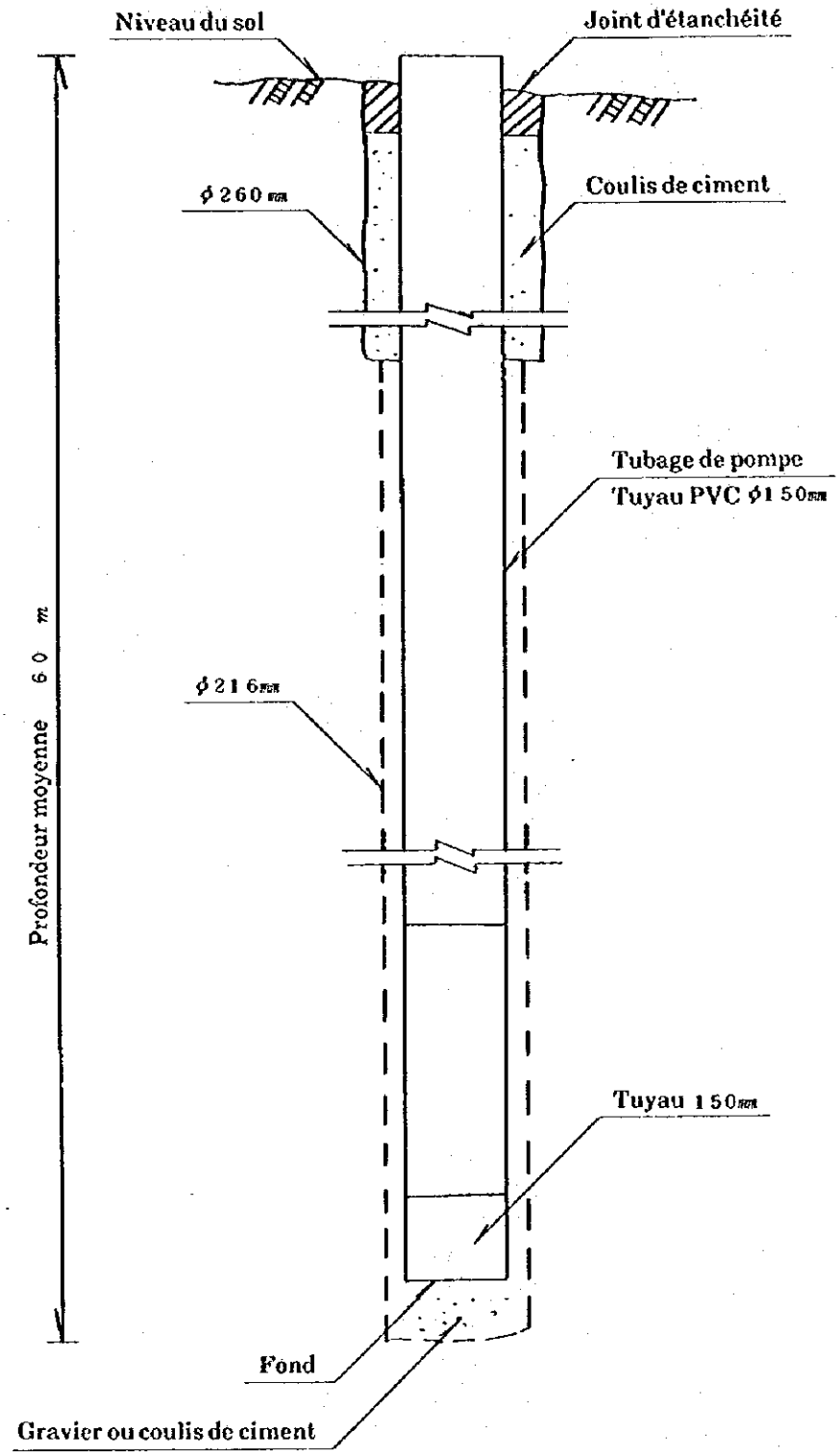


Figure 4.3 Schéma type d'un puits avec installations simples

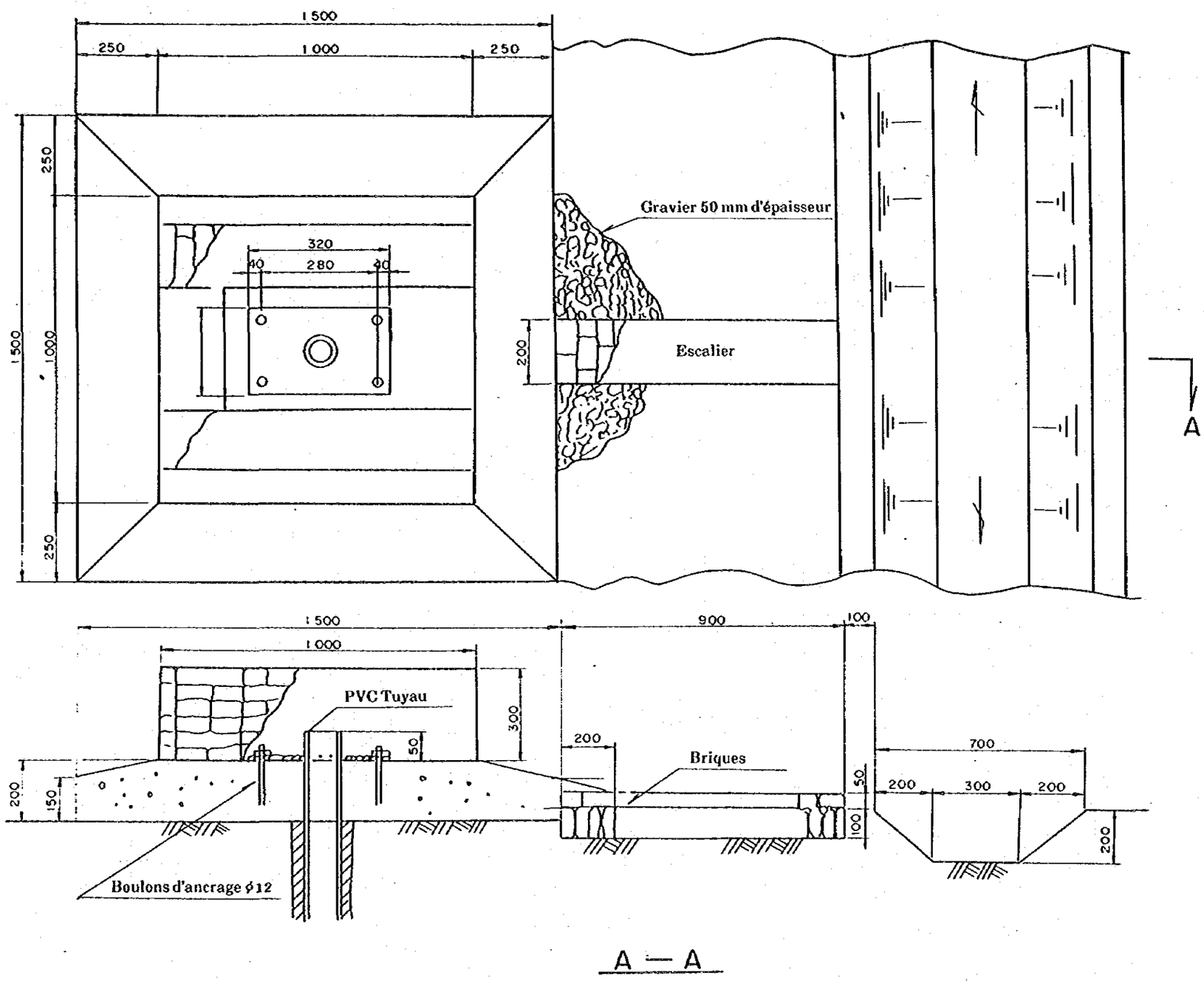
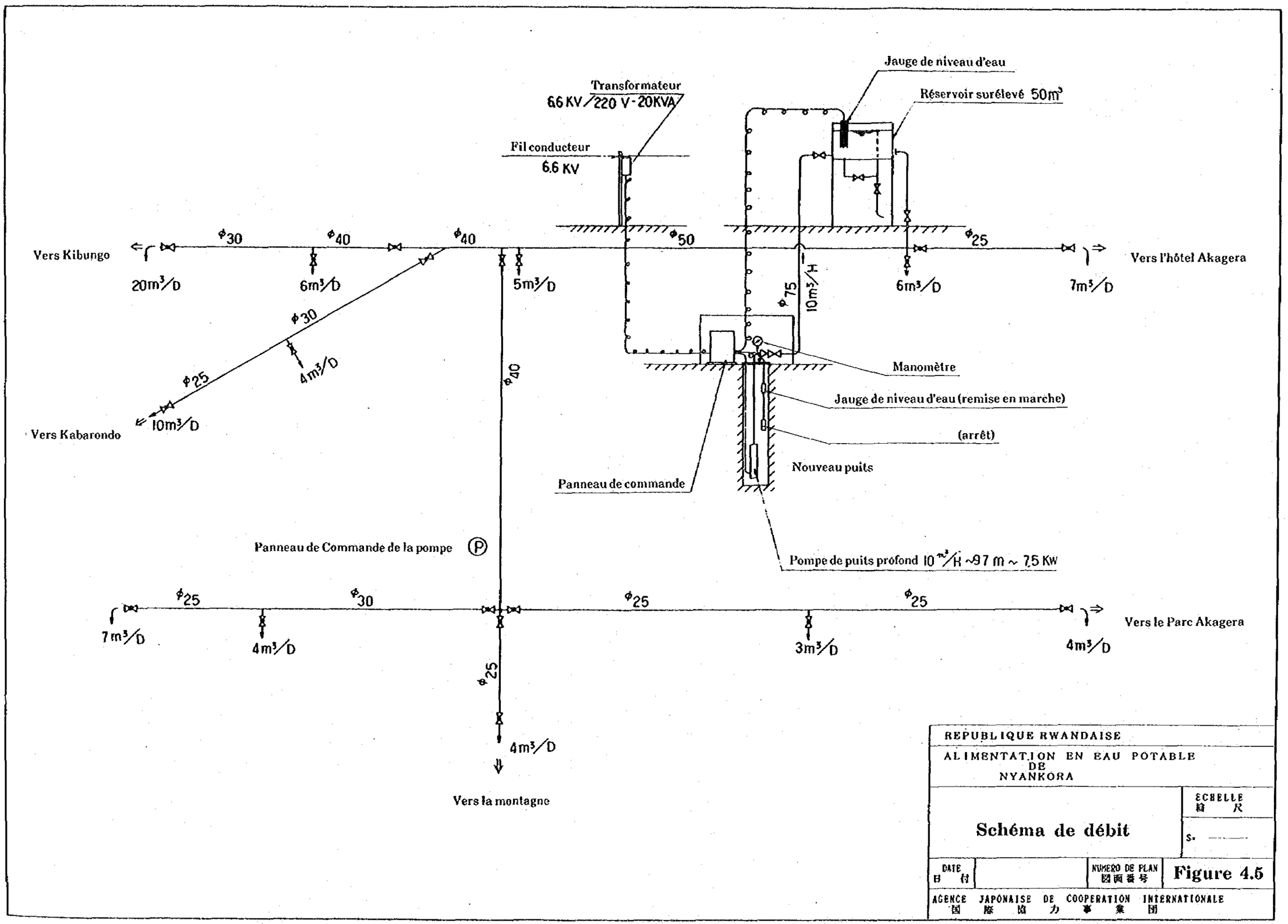


Figure 4.4 Schéma type d'une plate-forme de Pompage


Jauge de niveau d'eau
Réservoir surélevé 50m³
Transformateur
6.6 KV / 220 V - 20KVA
Fil conducteur
6.6 KV
Vers Kibungo
φ30
φ40
φ40
φ50
φ25
Vers l'hôtel Akagera
20m³/D
6m³/D
5m³/D
6m³/D
7m³/D
φ75
10m³/H
φ30
4m³/D
φ25
10m³/D
Vers Kabarondo
φ40
Manomètre
Jauge de niveau d'eau (remise en marche)
(arrêt)
Nouveau puits
Panneau de commande
Panneau de Commande de la pompe
Pompe de puits profond 10 m³/H ~97 m ~ 7.5 KW
φ25
φ30
φ25
φ25
Vers le Parc Akagera
7m³/D
4m³/D
3m³/D
4m³/D
φ25
4m³/D
Vers la montagne
REPUBLIQUE RWANDAISE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DE
NYANKORA
Schéma de débit
ECHELLE
縮尺
S. ——
DATE
日付
NUMERO DE PLAN
図面番号
Figure 4.5
AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE
国際協力事業団

Légende	
Tuyau	Longueur Tuyau / Diamètre Tuyau (mm)
Borne Fontaine	Numéro de Borne Fontaine / Débit (m³/J)
Point de Jonction	□

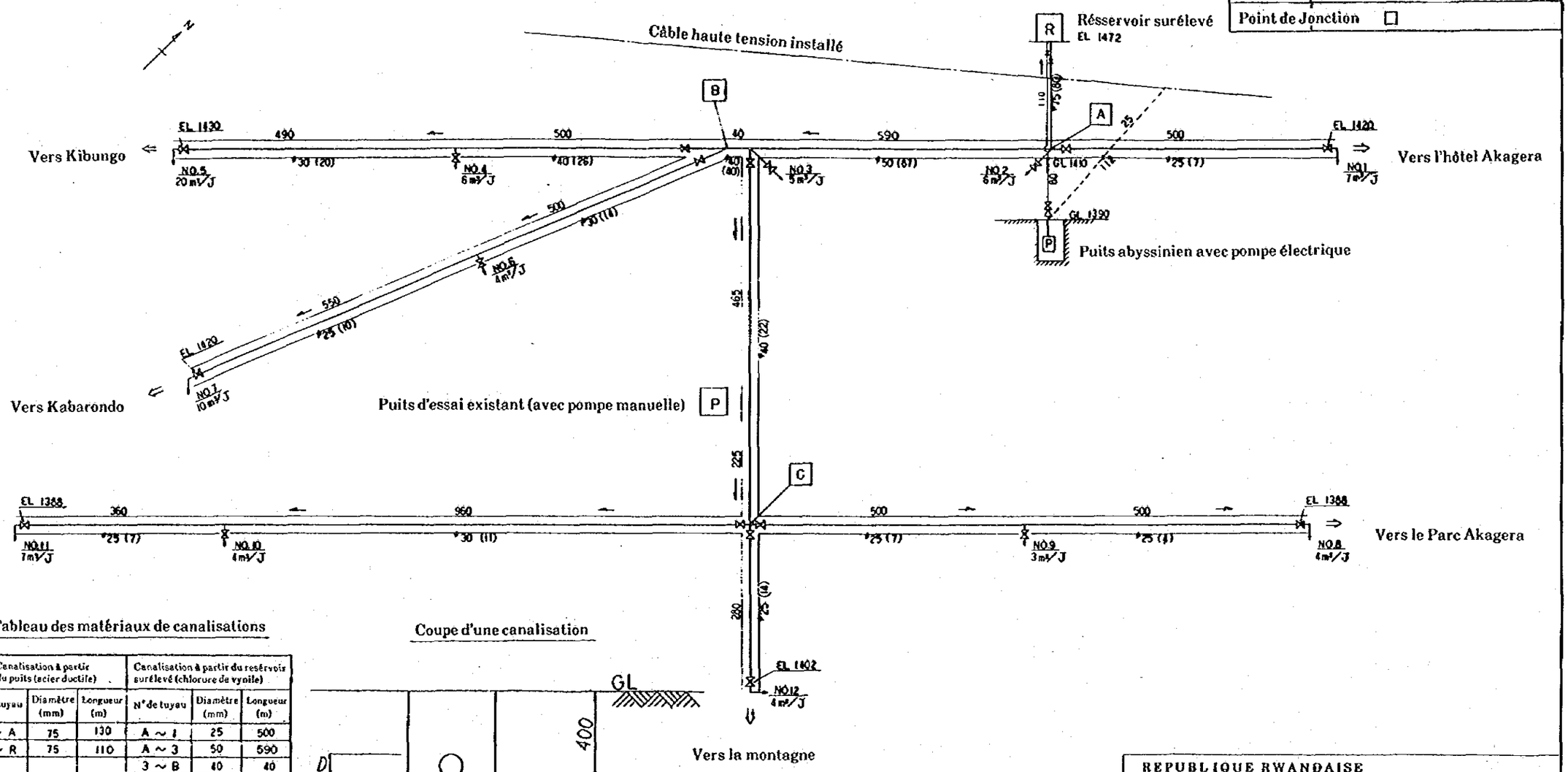
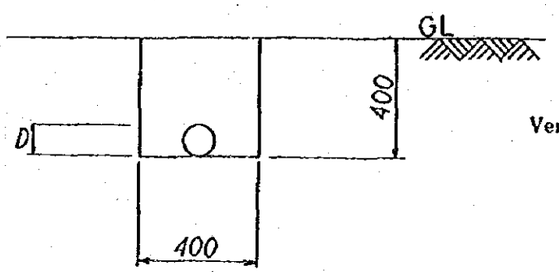


Tableau des matériaux de canalisations

Canalisation à partir du puits (acier ductile)			Canalisation à partir du reservoir surélevé (chlorure de vynile)		
N° de tuyau	Diamètre (mm)	Longueur (m)	N° de tuyau	Diamètre (mm)	Longueur (m)
P ~ A	75	130	A ~ 1	25	500
A ~ R	75	110	A ~ 3	50	590
			3 ~ B	40	40
			B ~ 4	40	500
			4 ~ 5	30	490
			B ~ 6	30	500
			6 ~ 7	25	550
			3 ~ C	40	690
			C ~ 9	25	500
			9 ~ 8	25	500
			C ~ 10	30	960
			10 ~ 11	25	360
			C ~ 12	25	280
			R ~ A	75	110
Total		190	Total		6,570

Coupe d'une canalisation



S = 1:20

REPUBLIQUE RWANDAISE

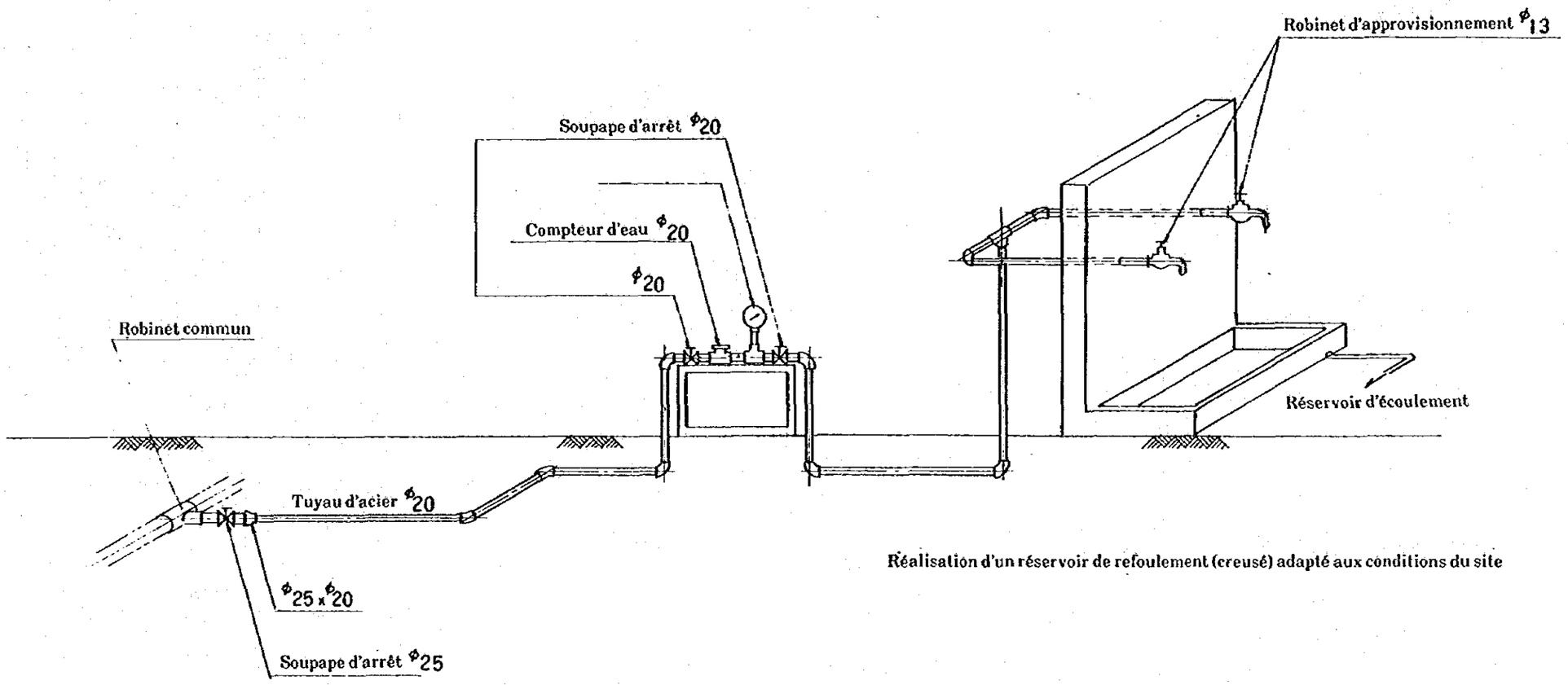
ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE NYANKORA

Schéma d'installation des canalisations

ECHELLE 縮尺: S= 1 / 4000

DATE 日付 | NUMERO DE PLAN 図面番号 | **Figure 4.6**

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE 国際協力事業団



Réalisation d'un réservoir de refoulement (creusé) adapté aux conditions du site

REPUBLIQUE RWANDAISE			
ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE NYANKORA			
Schéma type d'une borne fontaine			ECHELLE 縮尺 S= ——
DATE 日付		NUMERO DE PLAN 図面番号	Figure 4.7
AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE 国際協力事業団			

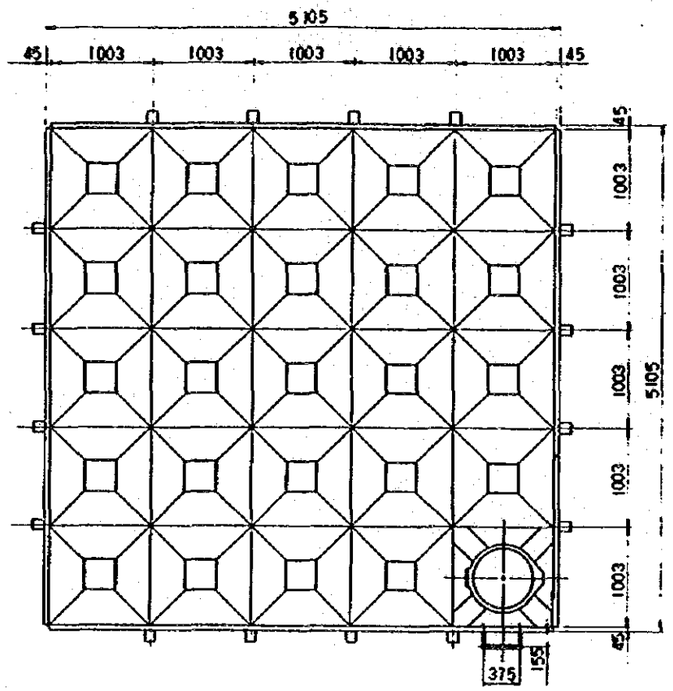
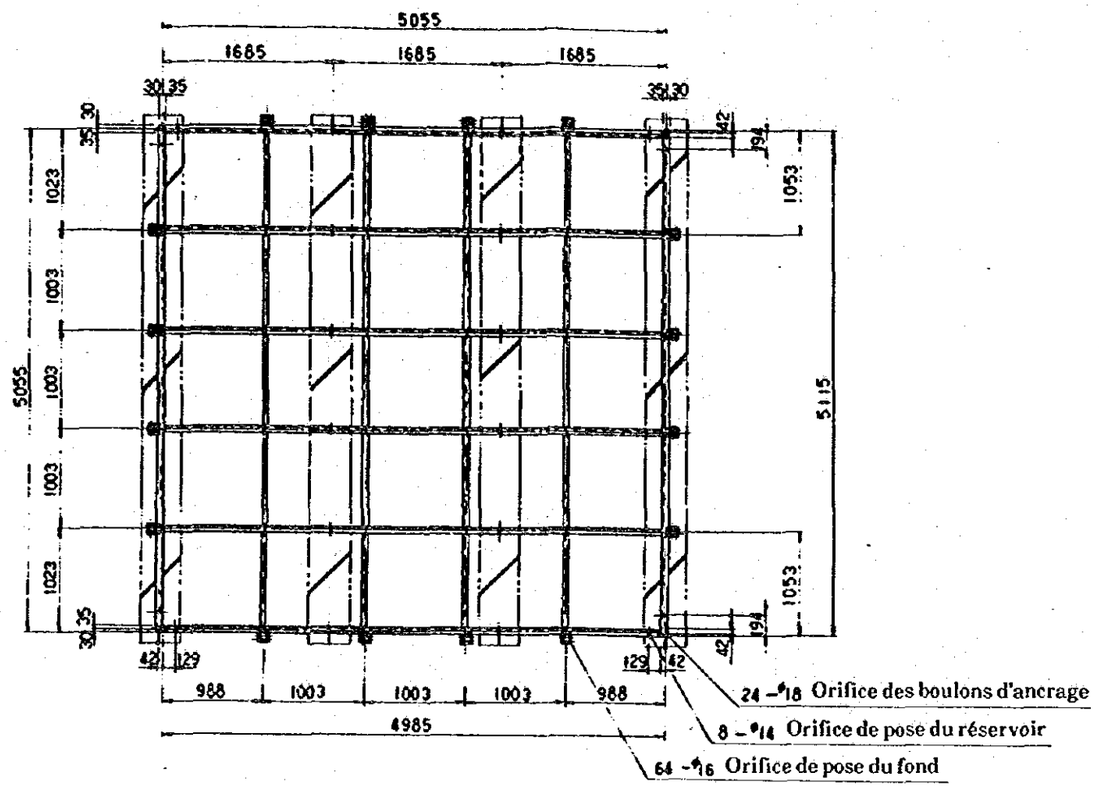


Schéma en plan



Plan de la dalle

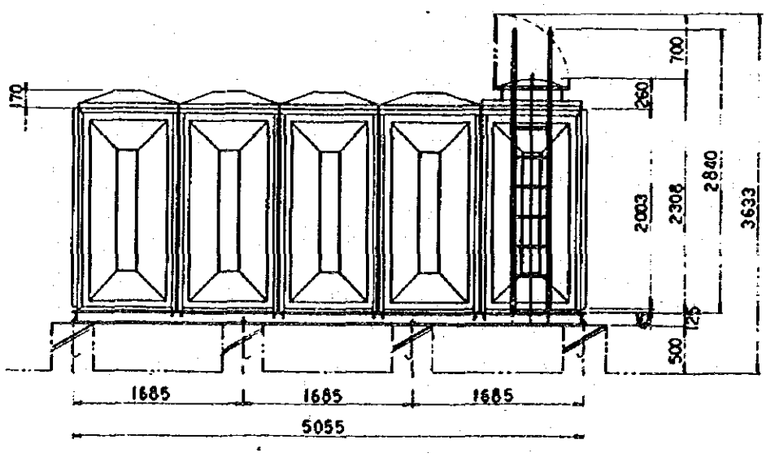
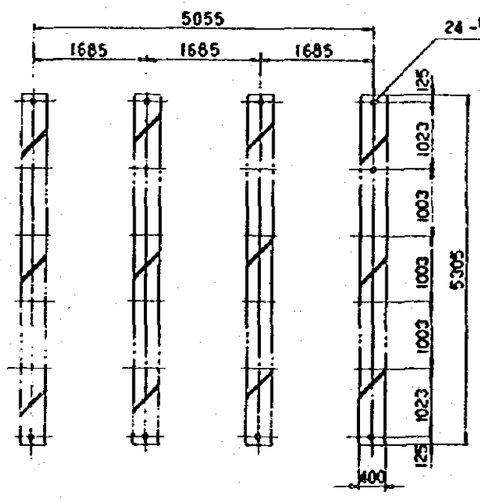


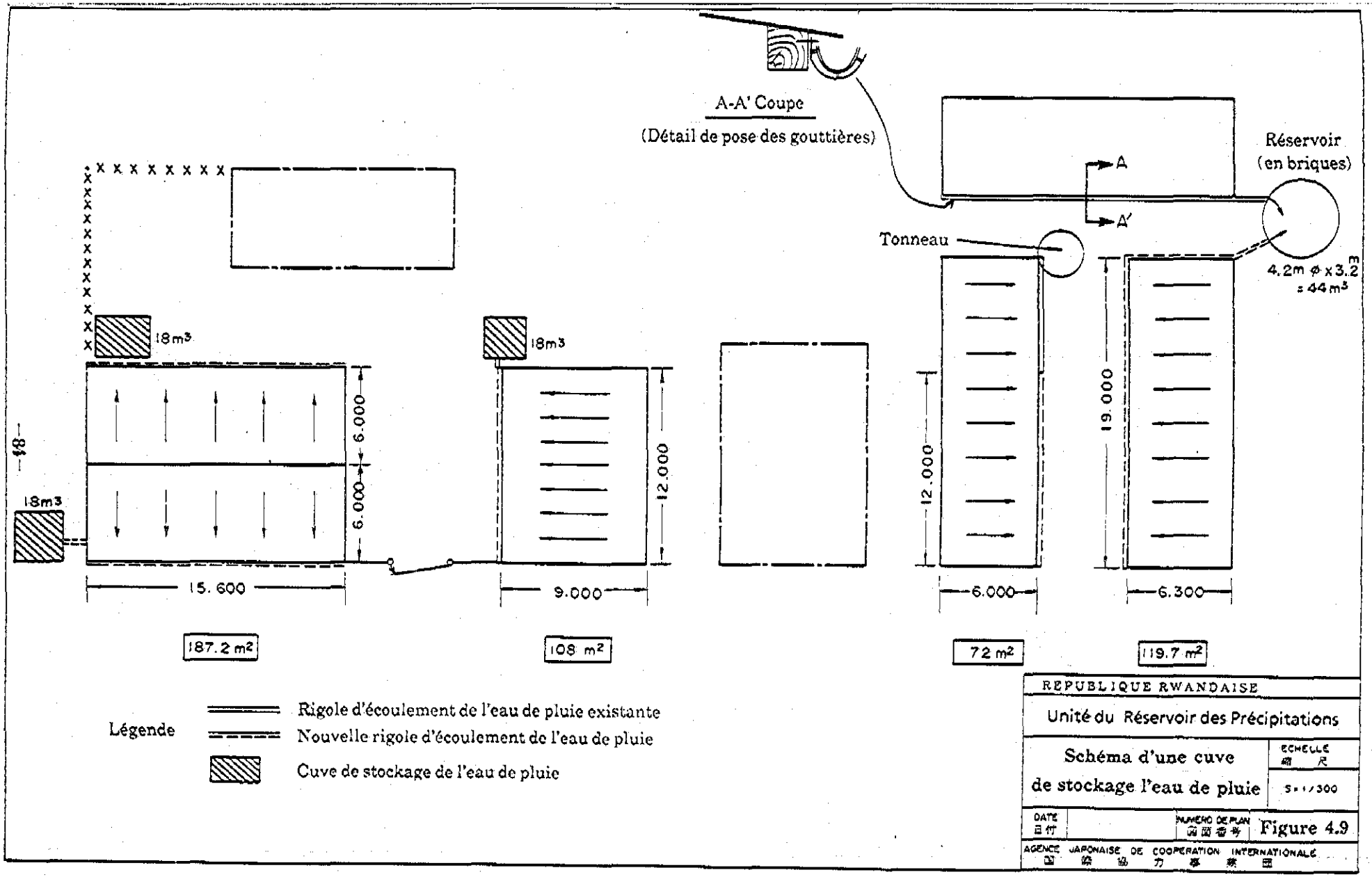
Schéma de face

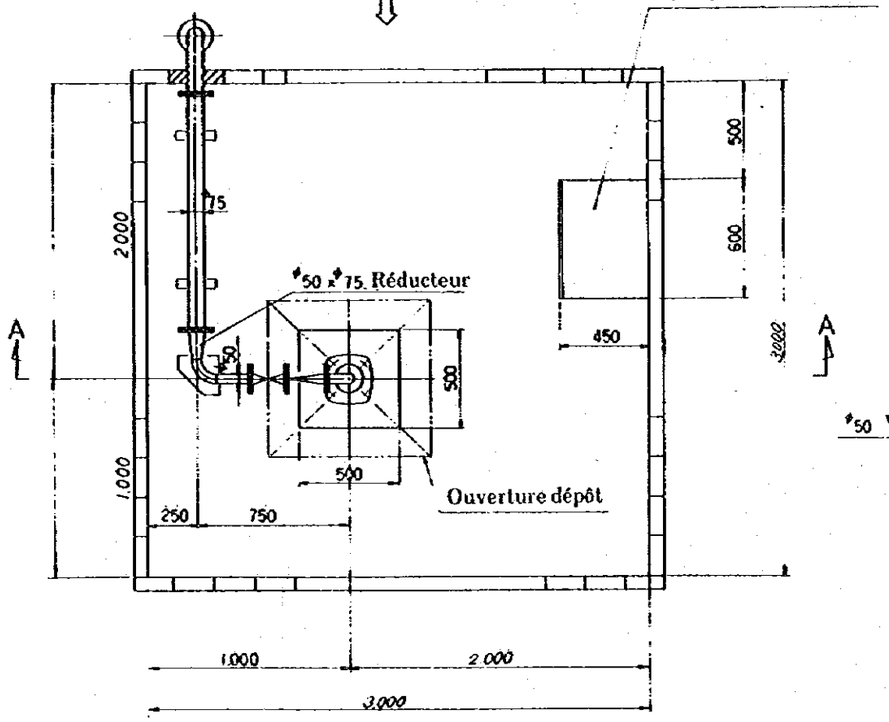


Emplacement des boulons d'ancrage S = 1/60

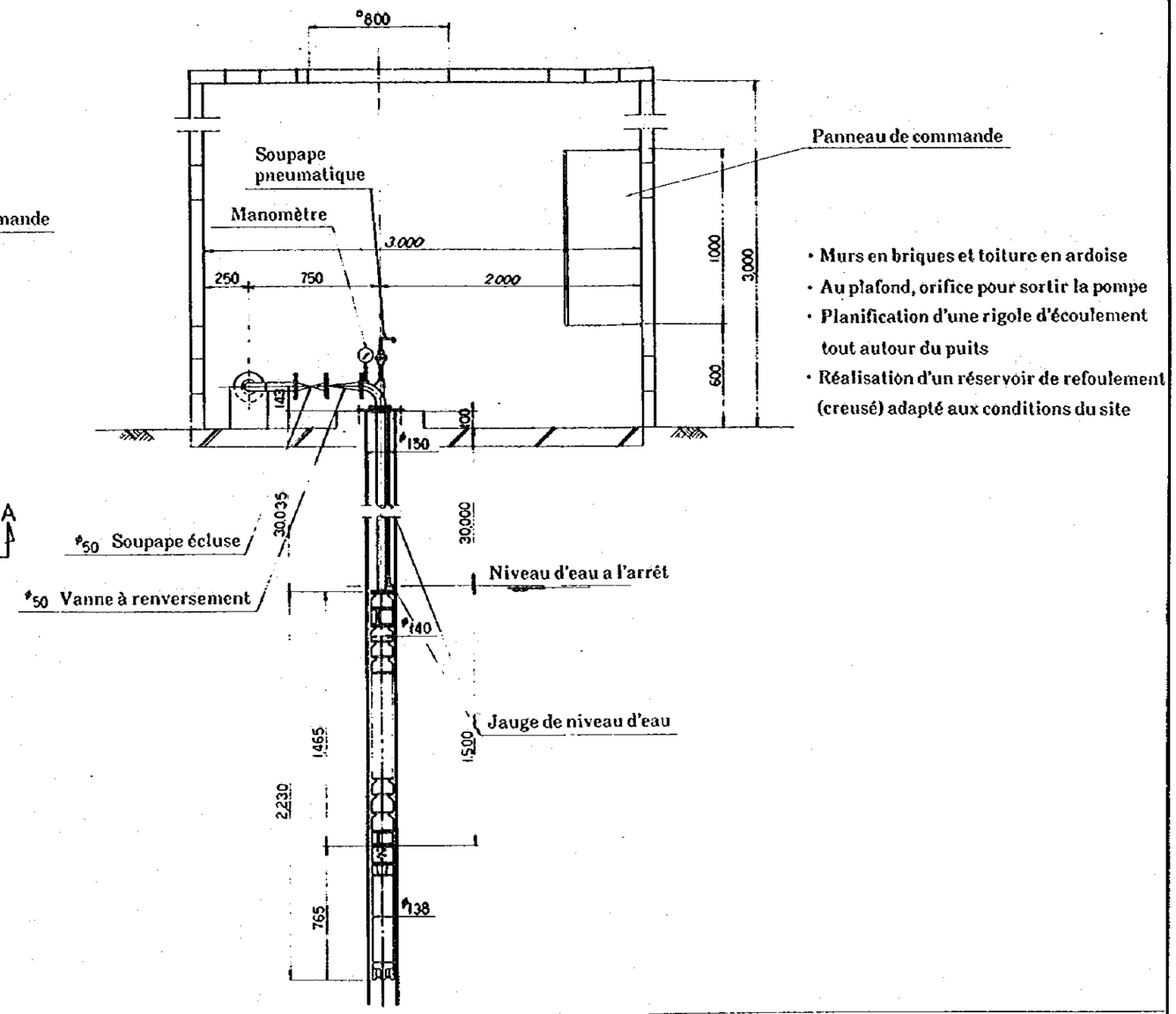
- Matériau du réservoir FRP
- Emplacement du robinet décidé lors du plan d'installation
- Mise en place d'un essai de remplissage

REPUBLIQUE RWANDAISE	
ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE NYANKORA	
Schéma d'ensembre du réservoir surélevé	ECHELLE 縮尺 S= 1 / 40
DATE 日付	NUMERO DE PLAN 図面番号 Figure 4.8
AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE 国際協力事業団	


A-A' Coupe
(Détail de pose des gouttières)
Réservoir
(en briques)
A
A'
Tonneau
4.2m φ x 3.2m
= 44m³
18m³
18m³
18m³
6.000
6.000
12.000
12.000
19.000
15.600
9.000
6.000
6.300
187.2 m²
108 m²
72 m²
119.7 m²
Légende
Rigole d'écoulement de l'eau de pluie existante
Nouvelle rigole d'écoulement de l'eau de pluie
Cuve de stockage de l'eau de pluie
REPUBLIQUE RWANDAISE
Unité du Réservoir des Précipitations
Schéma d'une cuve
de stockage l'eau de pluie
ECHELLE
縮尺
S=1/300
DATE
日付
NUMERO DE PLAN
図面番号
Figure 4.9
AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE
国際協力事業団



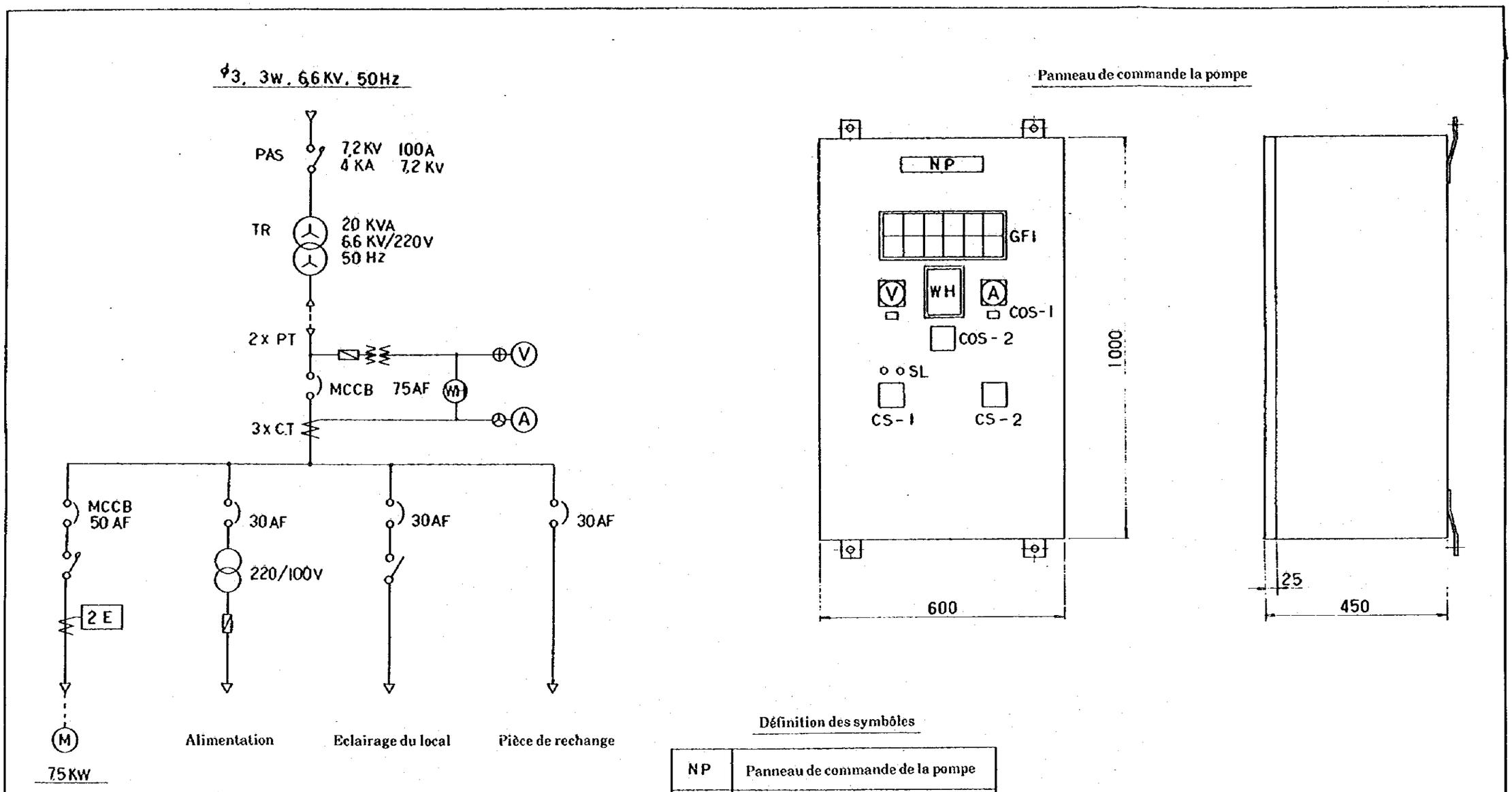
Plan



- Murs en briques et toiture en ardoise
- Au plafond, orifice pour sortir la pompe
- Planification d'une rigole d'écoulement tout autour du puits
- Réalisation d'un réservoir de refoulement (creusé) adapté aux conditions du site

A-A Coupe

REPUBLIQUE RWANDAISE	
ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE NYANKORA	
Station de pompe	ECHELLE 縮尺 S= 1 / 20
DATE 日付	NUMERO DE PLAN 図面番号 Figure 4.10
AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE 国際協力事業団	



Définition des symbôles

NP	Panneau de commande de la pompe
GFI	Lampe témoin de panne
COS-1	Commutateur
COS-2	Commutateur manuel automatique
SL	Lampe témoin de marche
CS-1	Commutateur de marche arrêt
CS-2	Éclairage.

REPUBLIQUE RWANDAISE

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE NYANKORA

Schema de raccordement à la ligne

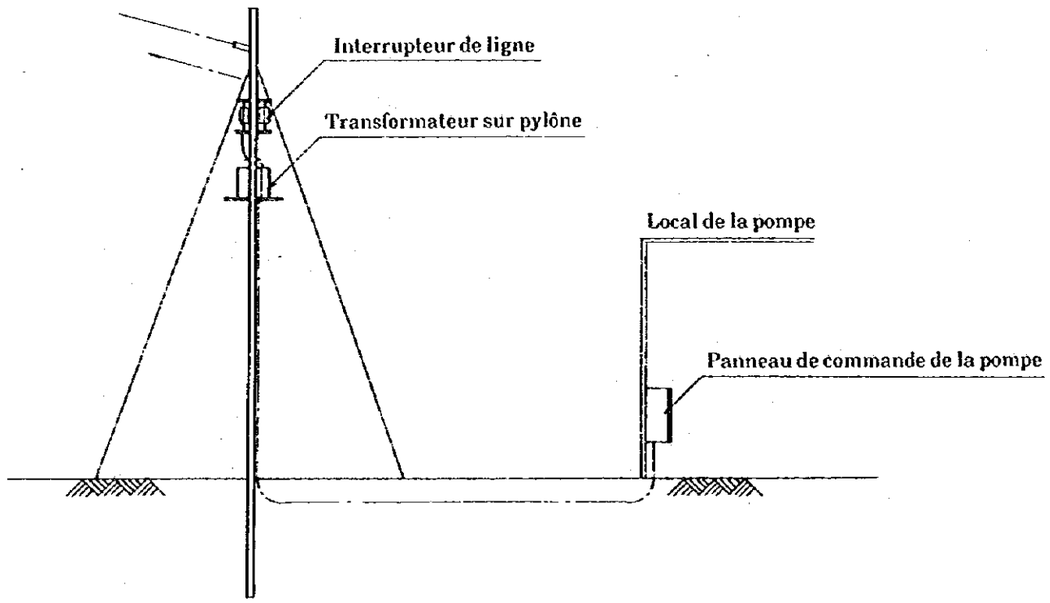
ECHELLE 縮尺: S=

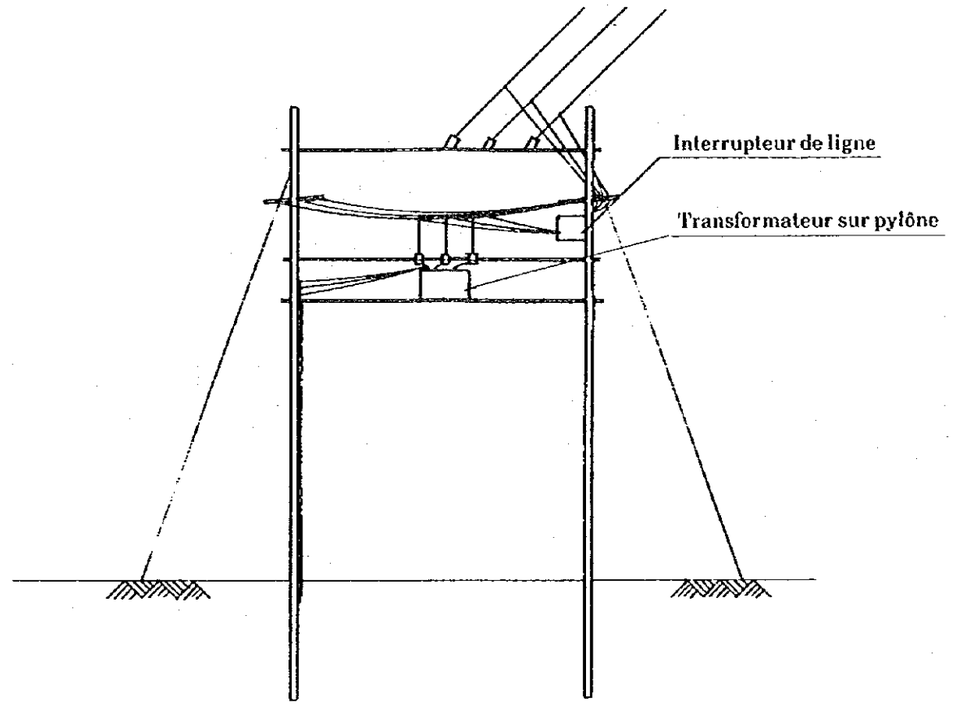
DATE 日付

NUMERO DE PLAN 図面番号

Figure 4.11

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE 国際協力事業団





Pylône électrique enduit d'une peinture anti-corrosive sur la partie enterrée

REPUBLIQUE RWANDAISE			
ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE NYANKORA			
Schéma de deviation de la ligne haute tension			ECHELLE 縮尺 S= ———
DATE 日付		NUMERO DE PLAN 図面番号	Figure 4.12
AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE 国際協力事業団			

4.4 Plan de Fourniture des Machines

La fourniture des machines concerne principalement un jeu de matériel de forage, avec le matériel de soutènement, les outils de forage, les outils d'essais et les outillages divers qui l'accompagnent. Ce matériel sera fourni au Rwanda à l'achèvement des travaux du présent projet après avoir effectué l'entretien et les réparations qui s'imposent.

En ce qui concerne la foreuse à broche (spindle) montée sur remorque qui a été choisie (forage à circulation de fluide), les points suivants sont à souligner :

(1) Tout d'abord, le forage à circulation de fluide nécessite des quantités de liquide assez importantes. De plus lorsque l'eau boueuse qui constitue ce fluide manque ou des éclats de pierres se prennent dans le forage, cela nécessite des volumes d'eau supplémentaire assez importants. Il est quelquefois impossible d'approcher un camion citerne des points d'eau qui sont la plupart du temps loin du point de forage.

(2) Une remorque tirée par un camion demande un chauffeur expérimenté et des routes larges, sans trop de virages et en pente douce. Or, en général les routes de la région du projet offrent des conditions radicalement opposées. En outre les travaux de longue durée empiètent fatalement sur les saisons de pluie pendant laquelle les camions sont pratiquement immobilisés à cause des risques de dérapage. Cela arrive souvent.

(3) Pour le conducteur de travaux Rwandais l'eau boueuse constitue une charge technique importante et demande beaucoup d'effort. Par ailleurs la bentonite doit être importée.

La tour de forage choisie comme matériel supplémentaire devant être fourni au Rwanda par la suite sera une tour de forage rotative à rendement élevé équipée d'un marteau perforateur en fond de trou. Une foreuse à circulation d'air comprimé a été retenue pour les sites difficiles à approvisionner en eau. La tour de forage sera montée sur un tracteur, ce qui réduira les efforts et le temps des déplacements.

La liste du matériel fourni est donnée tableau 4.3.

TABLEAU 4.3 LISTE DU MATERIEL FOURNI

DENOMINATION	SPECIFICATIONS	QTE
1. MATERIEL PRINCIPAL		
(1) Tour de Forage	Rotative top drive Hydraulique, Marteau perforateur fond de trou et circulation d'eau boueuse, mobile sur remorque 4 roues Capacité : Marteau FDT Ø 6"x 100m Circul. eau Ø 8"x 100m	1
(2) Compresseur d'air	Portatif à moteur diesel Pression et capacité nécessaires à un marteau perforateur fond de trou	1
(3) Pompe à circulation d'eau boueuse	Capacité de pompage 25o 1/mn Pression de pompage 27 kg/cm² Avec moteur diesel Accessoires	
	Tuyau d'aspiration Ø 65 x 4,5m	1
	Tube de retour Ø 38 x 5 m	1
	Ensemble By-pass	1
	Pédale au pied	2
	Outils de démontage	1j.
(4) Camion de grue	Capacité de charge 5,5 T 4 roues avec grue de 6 t, moteur diesel	1

DESIGNATION	SPECIFICATIONS	QTE
2. Pièces et Outils des Tours de Forage		
Tige de forage	Normes du fabricant	100 m
Masse-tige	Normes du fabricant	2
Marteau perfo. FDT	Trou de forage de ϕ 6"	2
Outil de démontage	Normes du fabricant	1 jeu
Trépan broyeur	Avec roue, meule, tuyau, joints	1 jeu
Flexible haute pression	ϕ50, 20kg/cm², joints	10 m
Outils de repêchage	Normes du fabricant	1 jeu
Débloqueur de trépan	Normes du fabricant	1 jeu
Collecteur de poussière	Normes du fabricant	1 jeu
Tubage	ϕ9", joints	22 m
Carter	ϕ6", joints	50 m
Câble de levage	Avec raccord	27 m
Rotule de levage	Normes du fabricant	1
Outils de démontage	Normes du fabricant	1 jeu
Outils divers de forage	Normes du fabricant	1 jeu
Trépan à molette	8 1/2" à inserts de métal	2
Trépan à molette	5 5/8", idem	3
Trépan à pastille	5 5/8" pour marteau fond de trou	1
Trépan à ailette	10 5/8"	1
	8 1/2"	1
	5 5/8"	1
Bentonite	Pour 20 puits	10 T
Mousse de forage	Pour 20 puits	30 kg
Réservoir d'eau en toile	5 m³	6
3. Outils et Outillages d'Essais		
Génératrice diesel	30 kVA	1
Outil d'allègement	Normes du fabricant	1
Pompe immersible	100 l/mn x 6 kg/cm²	1
Débitmètre	20 l/mn ~ 200 l/mn	1
Jauge de niveau	100 m électrique	1
Analyseur d'eau	PH et conductivité	
Radio	1 pour station, 2 pour voiture	1

DESIGNATION	SPECIFICATIONS	QTE
4. Pièces de Rechange		
(1) Pièces du matériel de forage principal	1 - (1) à (4) pour une année d'utilisation	
(2) Pièces de la tour de forage spindle et du matériel de soutènement	Pièces pour une année d'utilisation du groupe moteur FZL912, de la tête d'injection et des portes électrodes et de la génératrice AS-35D	
(3) Pièces des pompes manuelles	Une année d'utilisation	
(4) Pièces de la pompe électrique	idem	
(5) Pièces matériel électrique	idem	
(6) Soupape de rechange	idem	
5. Pièces des Installations		
(1) Tubage de puits	PVC, ϕ 4" x 4 m pour 20 puits	300
(2) Filtres de tubage	PVC	65
(3) Pompes manuelles	Colonne d'eau de 50 m, 12 l/mn	20
du matériel périphérique	génératrice AS-35D	

4.5 Plan de Réalisation des Travaux

4.5.1 Organisation du Projet

L'organe principal chargé de la réalisation du Projet est la Direction Générale des Eaux du Ministère des Travaux Publics et de l'Energie de la République du Rwanda. Après l'Echange de Note (E/N) entre le gouvernement du Japon et le gouvernement du Rwanda, un contrat de consultant sera conclu entre le gouvernement rwandais et un consultant japonais. Le consultant élaborera ensuite un plan des travaux et les spécifications précises du matériel, sur la base desquels le gouvernement du Rwanda lancera un appel d'offre à l'encontre des entreprises japonaises afin de choisir l'entrepreneur qui sera chargé des fournitures de matériel et des travaux de construction. Le contrat des travaux sera de type "clé en main" (turn-key). Les travaux débuteront après la signature d'un contrat de réalisation des travaux conclu entre l'entreprise japonaise choisie à l'issu de l'appel d'offre et le gouvernement rwandais. Sur la base du contrat qui aura été conclu, l'entreprise japonaise devra fournir le matériel et l'expédier au Rwanda. Ce matériel sera remis au gouvernement du Rwanda après son arrivée dans le pays. En même temps, l'entrepreneur japonais devra détacher ses techniciens et effectuer les travaux de forage des puits et d'installation de l'alimentation d'eau en utilisant le matériel qu'il aura fourni. A la fin des travaux les installations seront remises à la partie rwandaise et considérés alors comme achevés.

Les relations entre le gouvernement japonais, le gouvernement rwandais, le consultant et l'entrepreneur japonais sont représentées dans le diagramme suivant, en même temps que les principaux travaux qui leur incombent.

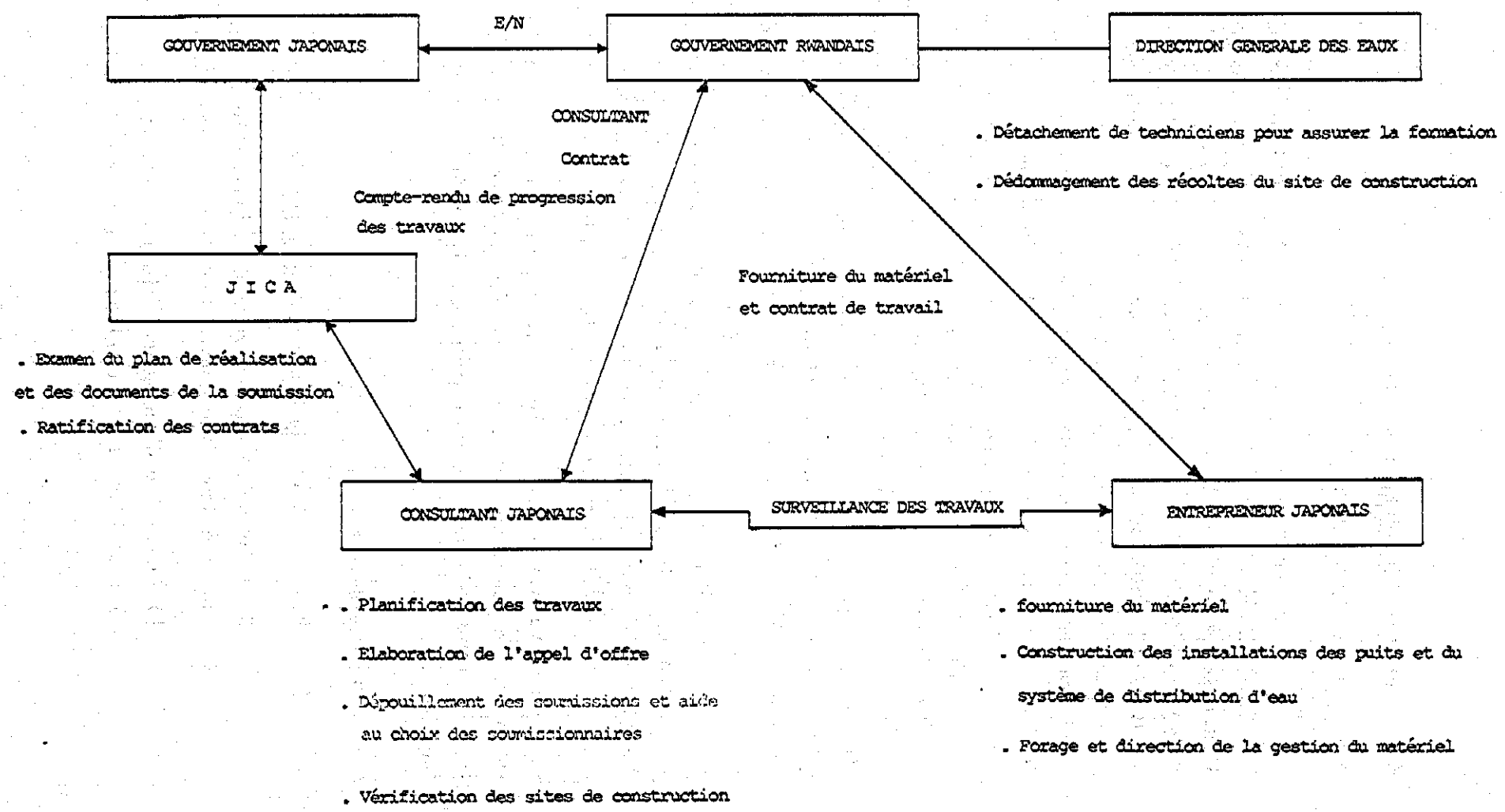
4.5.2 Etendue des Travaux

(1) Responsabilité du Gouvernement Japonais

Dans le cadre des travaux de réalisation, l'étendue de la responsabilité japonaise couvre les éléments suivants :

1) Fourniture d'une tour de forage de puits
2) Fourniture des matériaux nécessaires à la construction de

FIGURE 4.13 ORGANIGRAMME DES RELATIONS ENTRE ORGANISMES



72 puits et des installations périphériques.

4) Fourniture d'un ensemble de matériaux nécessaires à l'installation des cuves de stockage des eaux de pluie.

5 Remplacement des pièces du matériel de forage des puits fourni après l'étude d'alimentation.

6) Transport et assurance du matériel décrit de l'alinéa 1) à l'alinéa 5) entre le Japon et le site.

7) Construction de 72 puits et des installations périphériques, du système de distribution simple et des cuves de stockage des eaux de pluie.

8) Fourniture et expédition des pièces de rechange du matériel de forage des puits, des tubages et pompes manuelles de rechange équivalents à 20 puits.

9) Planification des Travaux et surveillance des opérations.

(2) Responsabilité rwandaise

Les éléments ci-dessous qui sont contenus dans "l'annexe II" et dans le compte-rendu joints en annexe des présentes relèvent de la responsabilité du Rwanda :

1) Les travaux de construction des petites voies d'accès et leur entretien manuel simple à effectuer au cours des travaux seront entrepris par le Rwanda qui utilisera les services du système UMUGANDA.

(2) Le raccordement du câble de haute tension nécessité par le système de distribution simple sera effectué aux frais du Rwanda.

(3) Les frais d'acquisition des terrains nécessaires au projet, les droits de passage, les dédommagements pour perte de récoltes, incombent à la partie rwandaise.

(4) Au cours de la réalisation du projet, MINITRAPE nommera au moins 5 contre-parties dont le rôle consistera à aider le Consultant et l'entrepreneur japonais et à recevoir le

transfert technologique. Parmi les 5 contre-parties, une sera chargée de l'ensemble du projet, 1 des diagraphies électriques et 3 des techniques de forage des puits.

Les frais à engager dans le cadre des agrégats ci-dessus sont estimées comme suite :

. Câble de haute tension	160.000 FR
. Dédommagements	540.000 FR
. Frais de contre-partie	5.070.000 FR
T O T A L	5.770.000 FR

4.5.3 Programme des Travaux

(1) Particularités des Travaux de Construction et Recommandations

1) Particularité des Travaux de Construction

L'environnement de la République du Rwanda est en général assez peu adapté à une mise en place aisée des travaux de construction. En effet, les catégories de matériaux de construction que l'on trouve sur le marché local et leur quantités sont extrêmement limitées. Le ciment, le béton armé et les produits industriels en acier que l'on peut se procurer sur place sont des produits d'importation de qualité médiocre et chers. Par contre les matériaux de charpente et les briques sont de fabrication locale et relativement peu chers, de même les tuyaux de plastique et autres produits façonnés qui sont également fabriqués au Rwanda. Cependant une seule société en détenant le monopole, les stocks sont réduits et les délais d'exécution des commandes très longs.

Le marché des locations de matériel de construction est pratiquement inexistant si ce n'est pour la location de véhicules. Il sera possible dans certains cas d'utiliser le matériel de génie civil du bureau des Ponts et Chaussées du ministère des Travaux Publics et de l'Energie.

Les entrepreneurs locaux manquent de compétence technique, de capitaux et d'expérience pratique. Par conséquent il est difficile de leur confier d'autres travaux que les travaux de briquetterie.

Etant donné que l'exploitation des nappes souterraines n'a jamais été entreprise au Rwanda, aucun entrepreneur local n'a d'expérience dans ce domaine.

La main d'oeuvre non spécialisée est très abondante mais par contre le main d'oeuvre spécialisée ou semi-spécialisée est pratiquement inexistante.

Les infrastructures de la préfecture de Kibungo se présentent comme suit.

Routes

Une route nationale traverse la préfecture dans la direction nord-sud. Cette route relie Kigali, la capitale, et Rusumo à la frontière tanzanienne sur 190 km. Elle est entretenue par l'Etat et c'est pratiquement la seule route goudronnée de la préfecture. Outre cette route, la préfecture compte un certain nombre de routes départementales entretenues par les communes et un certain nombre de petites routes qui relient les secteurs mais ces dernières sont extrêmement glissantes pendant la petite saison des pluies (octobre-décembre) et la grande saison des pluies (mars-mai) et par conséquent assez impraticables. La réparation des routes dépend de l'administration du ministère des Travaux Publics et de l'Energie, mais à cause d'impératifs financiers, les réparations ont souvent tendance à être retardées. Par conséquent les réparations les plus faciles sont effectuées par les groupes bénévoles Umuganda de chaque commune et les travaux d'entretien faits à la main.

Dans la plupart des cas on ne peut accéder aux emplacements de puits prévus que par ces voies locales.

Réseau de Communications et D'Echanges

La particularité du réseau de communication et d'échanges de cette préfecture vient du Parc National qui attire de nombreux touristes pendant les saisons sèches, ce qui intensifie la circulation des marchandises en provenance des pays voisins. C'est ainsi que les voies les plus fréquentées coincident avec les principales départementales dont nous avons parlé au chapitre précédent. Les moyens de communication sont assurés par des lignes d'autobus de l'ONATRACOM (bureau rwandais relevant du ministère des transports et des communications) qui circulent à l'intérieur de la préfecture. Ce réseau d'autobus est donc très précieux pour la population rwandaise.

On trouve en outre des camionnettes privées qui servent de taxis comunautaires. Leur nombre ont tendance à augmenter depuis quelques années car ce moyen de communication est extrêmement utiles pour accéder aux bourgs qui ne sont pas sur les lignes d'autobus.

Deux grandes voies de communication assurent les échanges avec l'extérieur sur l'ensemble du Rwanda. L'une est l'axe Kigari- Uganda qui passe par Rwamagana (commune de Rutonde)/Kayonza (commune de Kayonza/Gahini (commune de Rukara)/Murambi(département de Byumba), et l'autre l'axe Kagari-Tanzanie qui passe par Rwamagana/Kayonza/Kibungo (commune de Birenga)/Rusumo (commune de Rusumo).

Fin 1985, suite au changement de gouvernement survenu en Uganda le premier axe a été fermé et seul le deuxième axe était utilisable, mais aux environs de février 86 il a été réouvert.

Postes et télécommunications

Postes

Il y a deux bureaux de poste (PTT) dans la préfecture. Ils

sont situés à Kibungo et à Rwamagana. Le courrier est acheminé par bus vers et à partir de Kigari, mais pas d'une façon régulière. Les voies postales les plus importantes sont les suivantes :

(1) Kibungo Rwamagana Kigari
(2) Kibungo Rusumo

En outre, le ministère des Postes et télécommunications compte assurer la distribution avec des voitures postales afin de rendre l'acheminement du courrier encore plus fiable.

Télécommunications

Les installations de télécommunication de la préfecture de Kibungo sont pratiquement limitées aux organismes gouvernementaux, aux organismes financiers, à la société SOMIRWA et à l'hôtel Akagera.

Les communications sont en principe assurées par radio mais pendant les saisons de pluie il arrive qu'à cause du mauvais temps elles ne soient pas possibles.

Electricité

Les lignes électriques ne sont pas très répandues dans la préfecture de Kibungo donc la fourniture d'électricité est extrêmement limitée. Les lignes principales desservent les établissements publics des deux villes de Kibungo et Rwamagana, les principaux hôpitaux, les écoles, les églises, le sanatorium de Muhazi, le bureau des mines SOMIRWA de Kayonza, l'hôtel Akagera et l'usine de papier de Zaza. Les ménages qui bénéficient d'installations électriques sont peu nombreux.

Les seules zones électrifiées de la préfecture de Kibungo sont les moyennes concentrations urbaines de Kibungo, Rwamagana et Zaza et l'hôtel Akagera. Les projets d'installation de lignes suivant sont planifiés, mais les dates de

réalisation ne sont pas encore connues.

- Rwamagana, Bare, Kayonza
- Kabarondo, Kayonza, Rukara
- Buriba, Nacyo
- Zaza, Mugesera
- Zaza, Muchori
- Kibungo, Bare, Gahara
- Kibungo, Buriba, Rukira, Gatare, Kirehe

2) Recommandations

Pendant les travaux, il sera nécessaire de déplacer le matériel de forage d'un puits à l'autre toutes les deux semaines environ. La région couverte par le projet compte 7 communes et les routes qui les relient ne sont pratiquement pas revêtues. Ce sont la plupart du temps des chemins de campagne avec de nombreuses côtes et virages. Par conséquent ils sont assez impraticables, en particulier pendant les saisons de pluie. Il est donc très important de limiter au minimum les pertes de temps qui risquent d'accompagner les déplacements du matériel, afin de maintenir le rythme des travaux.

Il y a deux saisons des pluies au Rwanda, la petite saison des pluies qui s'étend d'octobre à décembre et la grande saison des pluies entre mars et mai. Selon les statistiques les pluies sont particulièrement abondantes en mars et avril.

Un problème de communication se pose entre le site et la base étant donné que le téléphone ne fonctionne pas du tout. Il faudra donc obtenir une autorisation d'utilisation de radios.

Les sites qui bénéficient des facilités d'approvisionnement en eau étant assez rares, il est préconisé de prévoir des citernes pour la transporter sur place.

(2) Convention vis à vis des Travaux

1) Comme nous l'avons vu au chapitre 4.3.1, la Direction Générale des Eaux qui dépend du ministère des Travaux Publics et de l'énergie est responsable des travaux et sera liée à un Entrepreneur Japonais par contrat forfaitaire. L'étendue des travaux qui aura été fixée sur le principe de la coopération financière non-remboursable du Japon devra être scrupuleusement observée. Un consultant japonais dirigera les travaux de réalisation qui entrent dans le cadre du projet.

2) L'entrepreneur chargé de la réalisation des travaux devra respecter l'esprit de coopération financière et faire appel à la main d'oeuvre rwandaise chaque fois que cela sera possible, afin d'élargir les chances d'embauche et de formation technique.

3) Lors de la réalisation des travaux, il est de première importance de respecter les emplacements de forage prévus. Toutefois, lorsqu'un puits ne remplira pas les conditions de production voulues l'emplacement devra être abandonné et le forage déplacé.

(3) Plan d'Exécution

1) Travaux de construction

Les travaux de construction sont constitués des trois catégories de travaux suivantes :

- Travaux de forage (forage des puits, essais)
- Travaux d'installation (installations de captage, réservoir, canalisations, électricité)
- Les travaux de génie civil (travaux publics et local de la pompe)

Il convient de diviser les travaux de construction en plusieurs groupes de travail dont deux seront affectés aux

travaux de forage, un autre aux travaux d'installation et un autre encore aux travaux de génie civil.

Le forage des puits constitue la partie la plus importante des travaux. L'explication des procédés de forage est donnée ci-après.

La première étape des travaux comprend les travaux de préparation tels que l'aménagement et les réparations des voies d'accès, qui est suivie ensuite par le forage des puits, les essais, le lavage, la mise en place du tubage de pompe, et enfin la construction des installations périphériques de la pompe telles que la plate-forme, etc.

. Travaux de Préparation

Les travaux de construction comprennent les travaux de préparation, le forage des puits, les diagraphies, les essais de pompage, la pose des pompes et la construction des installations périphériques, plate-forme, etc.

(a) Aménagement et réparation des voies d'accès

Comme voies d'accès aux sites de forage on utilisera autant que possible les chemins existants, mais du fait qu'il sont souvent non revêtus et forment des côtes en lacets, ils sont difficilement praticables surtout pendant les saisons de pluie. En outre ils sont souvent trop étroits pour permettre le passage du matériel de forage.

Par conséquent avant la mise en place des travaux il faudra procéder aux réparations et améliorations du réseau en place.

(b) Nivellement des sites

Les sites en pente et en dos d'ânes seront nivelés sur une superficie d'au minimum 1000 m^2 tout autour du

site prévu pour l'emplacement des puits.

- Travaux de Forage

Les travaux de forage seront répartis en deux groupes, le groupe de forage par circulation d'eau boueuse utilisant une tour de forage rotative à broche (spindle), et un groupe de forage utilisant le marteau perforateur en fond de trou avec tour de forage top drive rotary (pneumatique).

Dans la pratique, la tour de forage à broche sera utilisée pour les sites dont l'approvisionnement en eau est relativement facile, comme par exemple la Zone III, alors que la tour de forage rotative sera utilisée sur les sites dont les voies d'accès sont mauvaises et l'approvisionnement en eau difficile, comme par exemple la Zone II.

Le lavage du puits sera fait avec soin après chaque forage car son incidence sur la durée de vie du puits est très importante. Le lavage se fera par injection d'air dans le trou ou par tout autre procédé adapté aux conditions du puits. L'utilisation d'une pompe immergée est également envisagée.

- Essais de Pompage et Diagraphie

(a) Avant d'effectuer l'essai de captage on effectuera la mesure du niveau d'eau statique qui servira de base pour calculer les abaissements de niveau, et on notera les variations dans le temps.

Pour déterminer les caractéristiques de la nappe phréatique il faudra relever au moins 10 observations d'abaissement de niveau par cycle.

(b) Essais de rétablissement de niveau

Lorsque l'essai de pompage sera terminé, il faudra relever régulièrement les indices de rétablissement de niveau. Pour cela attendre que la pompe soit à l'arrêt.

(c) Diagraphie électrique et diagraphie par enregistrement des températures.

Lorsque le forage du puits sera terminé et avant de poser le tubage de pompe du puits une diagraphie électrique et une diagraphie par enregistrement de température seront normalement effectuées dans cet ordre. La diagraphie électrique permettra de déterminer les catégories de couches du sol, leurs caractéristiques et leurs limites, ce qui constitue des informations utiles pour la pose du tubage et des filtres. Les diagraphies par enregistrement des températures permettent entre autre de rechercher les migrations inter-aquifères de l'eau.

- Installation des filtres et des bouchons d'étanchéité

(a) Installation des filtres

La durée de service d'un puits et son utilité sont en grande partie fonction du filtre. Il est souhaitable de l'installer dans la deuxième nappe et de lui adjoindre un tuyau borgne en son extrémité. Lorsque le filtre devra être installé dans la première nappe, il faudra le fixer aussi loin que possible en profondeur.

La structure du filtre sera fonction de la grosseur et de la forme des sables qui composent la nappe et de leur répartition.

(b) Bouchon d'étanchéité

Il est nécessaire de poser un bouchon d'étanchéité en surface pour empêcher les eaux de pluie et des eaux de surface de s'infiltrer dans le puits le long de la face externe du tubage de pompe. Pour que l'étanchéité soit bien assurée, on creusera une fosse de diamètre

assez important et de 1 m de profondeur environ. Le fond du trou sera tapissé avec du mortier, le trou rempli d'argile et compacté.

5) Construction des installations périphériques de la pompe

Autour de la pompe, on construira une plate-forme (Aire lavoir) selon le procédé suivant.

(a) Déblayage de la terre tout autour sur une circonférence de 2 m x 2 m
(b) Tracé d'un coffrage de 1,5 m x 1,5 m x 0,15 m
(c) Coulage du béton
(d) Scellage des tiges d'ancrage.
(e) Formation de la dalle de béton

La rigole d'écoulement, la barrière (haie vive) et autres installations seront adaptées aux conditions de chaque puits, et leur disposition décidée cas par cas.

Les normes de construction et d'installation de ces installations seront les suivantes :

TRAVAUX	Foreuse spindle à Circulation d'eau remorquée (déjà fournie)	Foreuse rotary Pneumatique avec marteau fond de trou (A fournir)
1. Travaux de préparation	2 jours	2 jours
2. Déplacement du matériel de forage	1 jour	0,5
3. Montage sur le site et autres préparatifs	1 jour	0,5
4. Forage	8 + 1 (prép.)	4 + 1 (prép.)
5. Essais et lavage	3 jours	1 jour
6. Démontage, démobilisation	1 jour	0, 5
7. Mise en place du tubage et des joints	2 jours	2 jours
8. Pose de la pompe et construction des installations périphériques	6 jours	6 jours
TOTAL	25 jours	17,5 jours

2) Surveillance des Ouvrages

La surveillance des ouvrages touche principalement les deux éléments suivants :

. Les procédés de construction
. La qualité

Le forage des 72 puits constitue l'élément le plus critique du procédé de construction. Comme nous l'avons vu au chapitre 5.4.1(1)3), il faudra s'efforcer de conserver un bon rendement en minimisant les pertes de temps qui seront causées par le transfert du matériel d'un site à l'autre.

Pour que les travaux progressent régulièrement et pour surmonter le handicap que constitue le manque de routes et de moyens de communication, il faudra suivre de près le plan d'évolution des travaux qui a été exposé précédemment et faire preuve de beaucoup de méthode.

En ce qui concerne la surveillance de la qualité, il faudra en particulier évaluer avec soin si le puits foré offre un rendement satisfaisant ou non, surveiller correctement le lavage et rechercher le meilleur emplacement pour le filtre car ces éléments sont de toute première importance pour la qualité d'un puits. Une erreur de jugement aurait des conséquences néfastes sur sa durée de vie.

Nous donnons ci-après le nombre de personnes nécessaires pour assurer la surveillance des ouvrages et la direction des travaux.

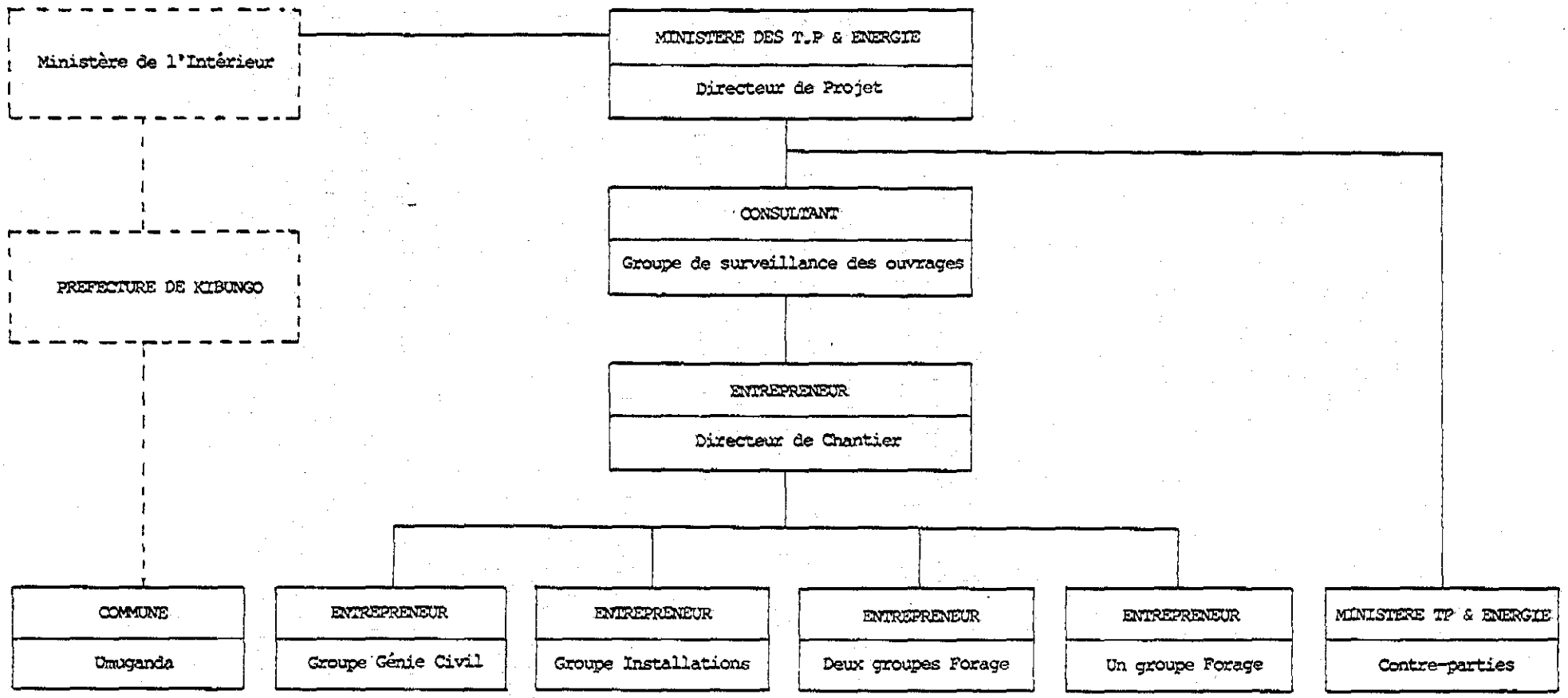
. Surveillance des ouvrages
(minimum 5 ans d'expérience)

- Puits foré	1 personne (temps complet)
- Distribution	1 personne(temps partiel)
- Sondages hydrauliques	1 personne (temps partiel)

. Direction des travaux
(minimum 10 ans d'expérience)

- Directeur de chantier	1 personne (temps complet)
- Technicien du forage	2 personnes (temps partiel)

FIGURE 4.14 Organigramme des travaux de construction sur le site



- Technicien génie civil 1 personne (temps partiel)
- Electricien 1 personne (temps partiel)
- Mécanicien 1 personne (temps partiel)

(temps complet = tout au long du projet,
temps partiel = périodes où on en a besoin)

L'organigramme des travaux de construction sur le site est représenté figure **4.14.**

(4) Plan d'Approvisionnement en Matériaux

Il est pratiquement impossible de s'approvisionner sur le marché rwandais pour tout ce qui concerne les matériaux indispensables à la réalisation du projet, car, comme nous l'avons mentionné au chapitre **4.5.3(1)**, on ne les trouve qu'en faibles quantités et l'éventail de choix est limité.

Les matériaux des travaux publics se trouvent sur le marché rwandais quoique en quantité assez réduite, mais l'approvisionnement en briques, bois et ciments devrait être assuré. En ce qui concerne les autres matériaux, il sera préférable de les faire venir du Japon, pour des raisons de prix, de délais et de qualité.

4.5.4 Calendrier des Travaux

Le calendrier de réalisation des travaux du projet est indiqué figure **4.15.** La durée des travaux prévue est de 31 mois comptés à partir de l'Echange de Note.

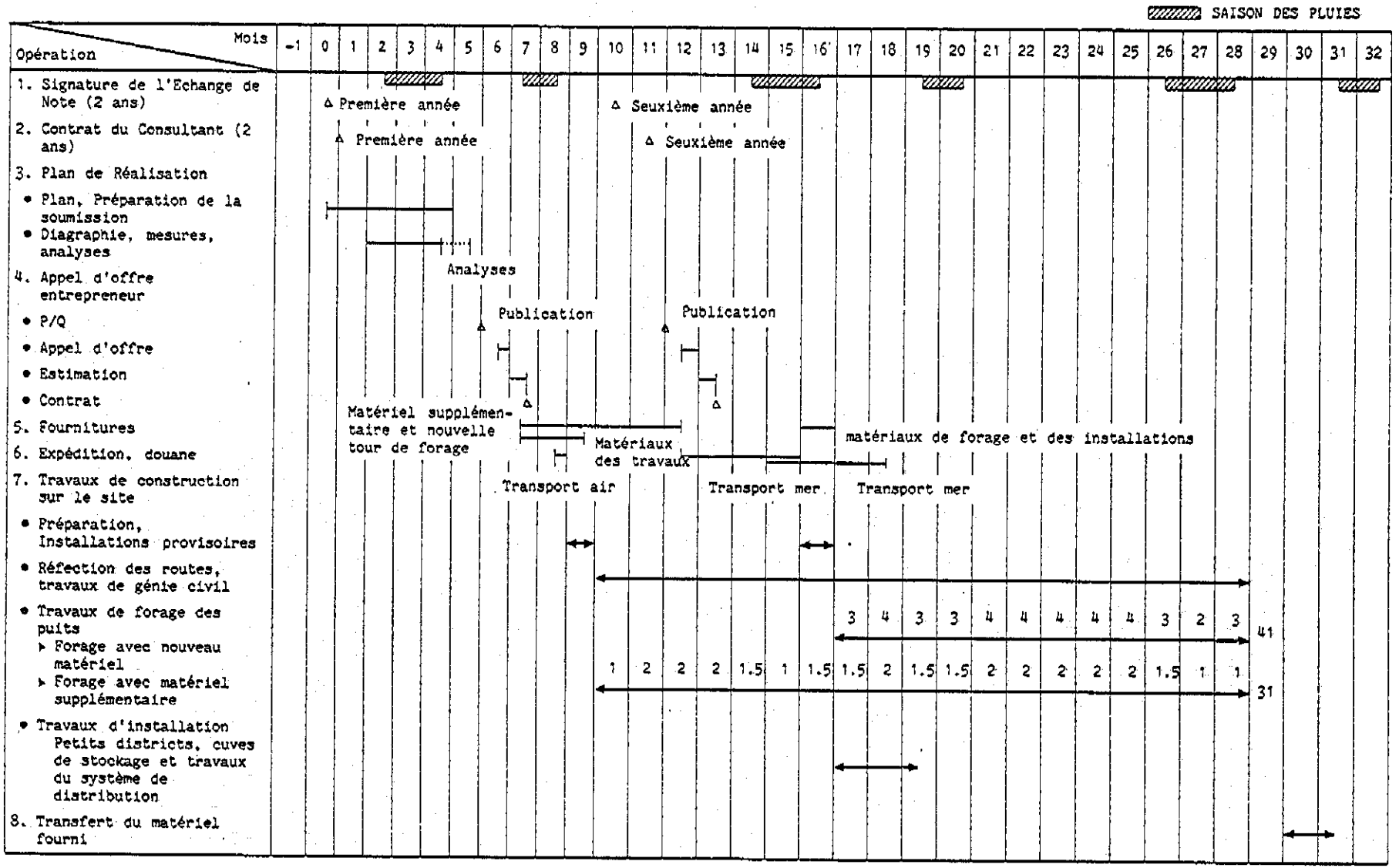
Le forage, qui constitue la partie principale des travaux du projet, démarrera tout d'abord avec la tour de forage à broche qui sera empruntée à MINITRAPE et munie des pièces et fongibles nécessaires. Dans un deuxième temps, on attendra la tour de forage rotative qui doit être fournie, ce qui devrait reporter de sept mois le démarrage du forage avec cette tour par rapport au premier forage. La durée escomptée pour les travaux est de 22 mois.

4.5.5 Estimation des Coûts

L'estimation des coûts de réalisation du projet à la charge de la partie rwandaise se décompose comme suit :

1) Câble haute tension	160.000 FrR
2) Dédommagements	540.000 FrR
3) Frais engagés pour les contre-parties	5.070.000 FrR
TOTAL A LA CHARGE DE LA PARTIE RWANDAISE	5.770.000 FrR

Figure 4.15 CALENDRIER DES TRAVAUX



4.6 Plan d'Entretien

4.6.1 Gestion et Entretien des Puits et du Système de Distribution

Pour que la gestion et l'entretien des nombreux puits et du système de distribution qui sont largement disséminés sur la région soit efficace et que les puits puissent être utilisés longtemps, il est capital de s'assurer la participation autonome et active des bénéficiaires à leur entretien.

Au niveau des dirigeants, il est souhaitable que le ministère des Travaux Publics et de l'Énergie (MINITRAPE) et les responsables de la préfecture de Kibungo ne perdent pas de vue ce point très important et mettent en place un système de gestion et d'entretien organisé.

Actuellement des sourciers communaux sont chargés de l'inspection des sources protégées qui existent sur la région du projet. De plus dans un proche avenir des employés à temps complet seront chargés de l'entretien des systèmes de distribution et de leur fonctionnement. Pour ce qui concerne les nouveaux puits et le nouveau système de distribution, il serait souhaitable de nommer un responsable pour l'entretien des puits au niveau de la cellule et de l'inclure dans le système d'entretien que nous avons présenté précédemment, afin que des inspections journalières soient faites. Dans un premier temps MINITRAPE centralisera les pièces de rechange nécessaires aux réparations et les allouera à la demande des responsables entretien de la préfecture, mais il est souhaitable que petit à petit ces responsabilités soient transférées vers la préfecture. Les travaux de réparation pourraient être exécutés par les bénéficiaires sous la direction et les conseils des techniciens de MINITRAPE.

Par contre en ce qui concerne le système de distribution par pompe électrique qui est planifié sur un point de la zone I, il serait bon de prévoir un plan qui en confierait l'entretien à des techniciens spécialisés détachés du bureau d'ELECTROGAZ (société d'état à l'intérieur de MINITRAPE qui est chargée de l'entretien des canalisations d'eau de la capitale), bien que cela pose des problèmes au niveau administratif.

Il faudrait que MINITRAPE organise régulièrement des cessions

techniques de formation et d'échanges d'informations pour améliorer sans cesse le niveau de connaissances techniques des intéressés.

La structure du réseau d'entretien est indiquée figure 4.4. Nous indiquons ci-après la répartition des tâches attribuées à chaque organisme.

a) Responsables Entretien de MINITRAPE

- Préparation des analyses de l'eau
- Rondes régulières (Préfecture, commune, bureau) 6 fois par an
- Conseils et critiques des techniciens
- Dispositions pour détacher des mécaniciens spécialisés
- Fourniture des pièces détachées
- Formation des techniciens, transmission des informations

b) Responsables Entretien de la Préfecture de Kibungo (détachés de MINITRAPE)

- Rondes d'inspection (commune, bureau, puits par puits) (1 fois par jour)
- Relevé des demandes d'assistance technique de MINITRAPE
- Relevé des données de réparation et rapports à MINITRAPE
- Dépôt de pièces détachées et gestion des stocks
- Formation technique des techniciens chargés des puits et des représentants des consommateurs. 1 fois par an.

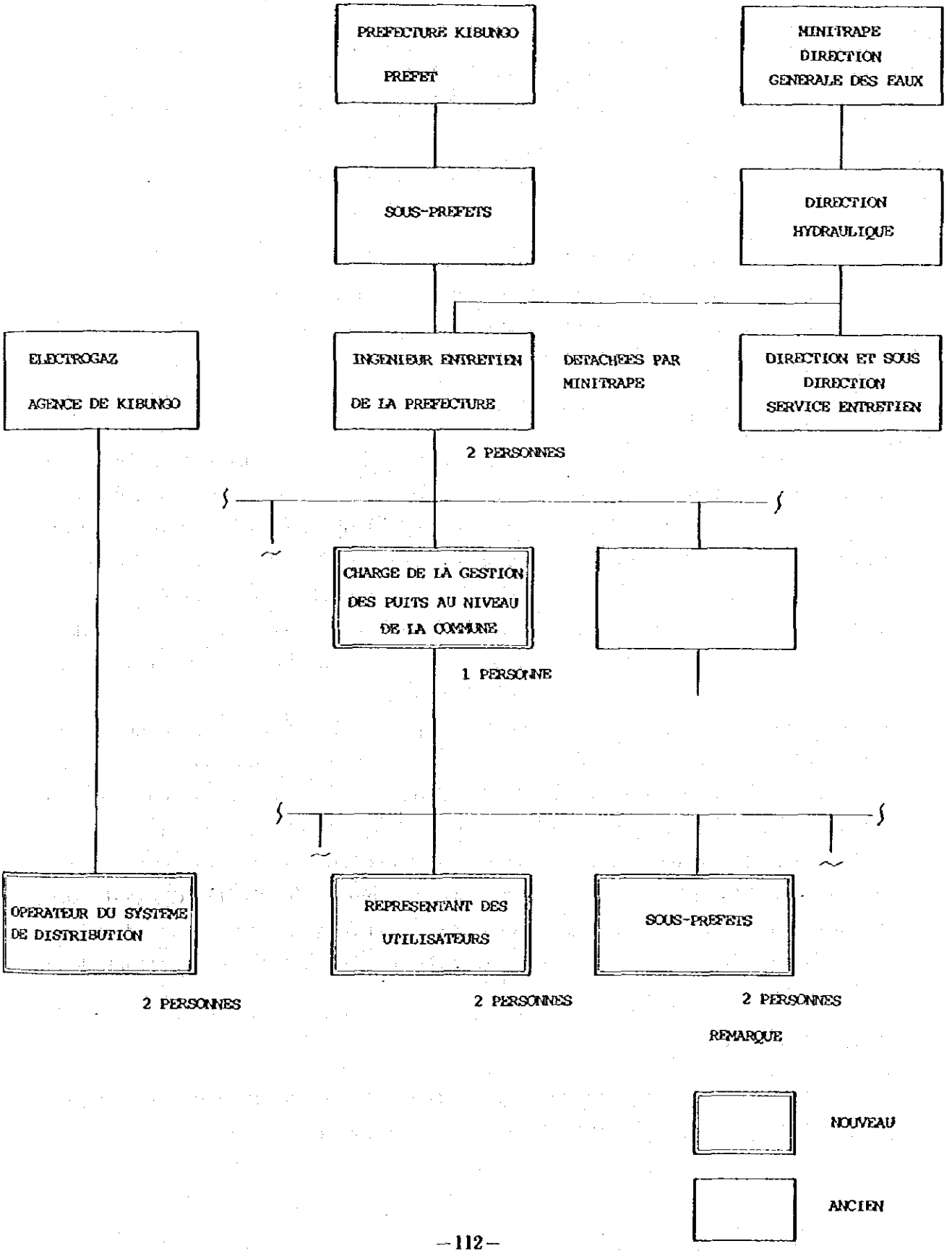
c) Technicien chargé de la gestion des puits au niveau de la commune

- Rondes d'inspection (sur chaque puits) 2 fois par mois
- Relevé des données de réparation.
- Relevé des commandes de pièces.

d) Représentant des consommateurs

- Maintien des pompes manuelles
- Signalisation du nettoyage autour du puits
- Relevé de fonctionnement de la pompe
- Inspection 2 fois par semaine

FIGURE 4.16 ORGANIGRAMME DU RESEAU D'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS D'ALIMENTATION



. Commande de pièces
. Demandes d'envoi d'un mécanicien spécialisé

e) Opérateur du système de distribution
. Fonctionnement et entretien de la pompe
. Fonctionnement et entretien des installations électriques et des compteurs
. Entretien des réservoirs et des canalisations
. Relevés de fonctionnement et d'entretien

f) Bureau ELECTROGAZ de Kibungo
. Gestion des pièces et commandes à MINITRAPE
. Rondes régulières 1 fois par jour
. Demande de mécaniciens spécialisés

4.6.2 Entretien des Tours de Forage

L'entretien et la gestion des tours de forage fournies dans le cadre de la coopération financière non remboursable exige des compétences techniques assez élevées, c'est pourquoi il faudra procéder par étape et attendre que le Rwanda ait acquis les connaissances techniques indispensables. Pendant la période de coopération financière non remboursable les vérifications et réparations des foreuses seront faites sous la responsabilité du consultant japonais et de l'entrepreneur japonais. Pendant cette période, le Rwanda intègrera le personnel nécessaire au sein des contre-parties ayant reçu une formation technique au Japon afin qu'il puisse bénéficier du transfert technologique. Par la suite, pendant la période de réalisation des travaux selon un système autonome du Rwanda, de simples ateliers spécialisés pourraient être constitués afin d'arriver à des services d'entretien efficaces. Les garages privés et les garages des ponts et chaussées de MINITRAPE ont les connaissances techniques de base nécessaires pour la réparation des véhicules et des machines de travaux publics ; leurs services pourront donc être utilisés.

4.6.3 Entretien

Le budget annuel nécessité par les frais d'entretien des puits et des systèmes de distribution est présenté ci-après.

	Puits avec pompe manuelle (71)	Système de distribution (1)
Frais de personnel	1.260.000 FR	360.000 FR
Electricité	0	200.000
Pièces de rechange	300.000	900.000
Fongibles	35.000	10.000
Véhicules, essence	50.000	20.000
TOTAL	1.645.000 FR (23.169 FR par puits)	1.490.000 FR

4.6.4 Suggestions Concernant les Factures d'Eau

(1) En faisant payer des factures d'eau aux utilisateurs on pourrait alléger les charges financières de l'Etat et de l'administration locale. De plus, cela aurait l'avantage d'augmenter la conscience de la population utilisatrice vis à vis du problème de l'eau et les inciterait à faire attention aux installations, ce qui aurait pour effet de prolonger la durée de vie du matériel.

Cependant, la situation de l'alimentation des zones urbaines est tout à fait particulière et ne peut être discutée sur le même plan que la distribution de l'eau dans les centres urbains. En effet si leurs charges sont alourdies, les utilisateurs bouderont les sources payantes et se dirigeront vers les sources gratuites, quel que soit le problème de qualité qui se pose. Du point de vue des capacités financières actuelles de la population rurale du Rwanda, on peut avancer que peu d'argent frais rentre dans la comptabilité des ménages car l'économie agricole de la région, qui se suffit à elle-même par ailleurs, repose surtout sur un système de troc. Toutefois il est difficile de saisir tous les aspects de cette question avec exactitude. Il semble que l'économie agricole du pays se suffise à elle-même et qu'elle repose souvent sur un système de troc. On sait que le budget des ménages est constitué de très faibles revenus en argent mais il est difficile de saisir exactement certains aspects de la question.

Le salaire journalier d'un manoeuvre est de 100 FR mais les chances de travail sont extrêmement rares, aussi il est naturel de penser que les factures d'eau ne doivent pas dépasser quelques francs rwandais par famille dans les zones rurales.

(2) Factures d'eau actuelles

L'eau des canalisations est payante dans les grandes villes du Rwanda. Prenons comme exemple représentatif un robinet privé : les factures d'eau se présentent comme suit :

. Prix de base	610 FrR/mois (Jusqu'à 10 m³/mois)
. Prix du m³ supplémentaire	40 FrR

Cependant aucune charge n'est prélevée pour la consommation des robinets publics de la ville de Kibungo.

Dans les zones rurales l'utilisation des installations d'eau est la plupart du temps gratuite pour l'instant mais un système de perception des charges d'eau est prévu, y compris pour les sources améliorées. Un exemple de facturation effectif est donné ci-après :

. Evacuation des eaux de source par gravitation (robinet commun)	150FrR/famille/an
. Distribution par pompe à moteur (robinet commun)	600FrR/famille/an
. Canalisations avec dispositif de purification des eaux de lac (robinet public)	600FrR/famille/an

(3) Proposition de facturation des installations du projet

1) Dans un premier temps il est souhaitable de fournir gratuitement les petits districts d'alimentation jusqu'à ce que les habitudes d'utilisation soient bien établies.

Les utilisateurs apporteront leur participation gratuite à l'entretien des installations et les rémunérations des ingénieurs entretien ainsi que les frais de pièces de rechange seront à la charge de l'Etat et de l'administration locale.

2) Moyen district (Système de distribution simple)

Excellent système.

Les utilisateurs paieront une redevance collective égale pour tous et l'argent perçu servira à payer le salaire des opérateurs, l'électricité et l'essence des véhicules.

Les pièces de rechange et les réparations seront assumées par l'Etat ou par l'administration locale.

La redevance des utilisateurs calculée à partir du budget entretien ressorti chapitre 4.6.3 s'élèverait à 3 FR par famille et par jour.

CHAPITRE V. EVALUATION DES TRAVAUX

V. EVALUATION DES TRAVAUX

La population actuelle de la Préfecture de Kibungo qui fait l'objet de ce Projet était estimée à 383.000 habitants en 1984 et devrait atteindre 475.000 habitants en 1990. Si on observe la situation de l'alimentation en eau potable de cette région, on constate que seulement 20.000 habitants soit 5 % de la population de la préfecture bénéficie d'un système de distribution dans les villes. La population de la zône urbaine, très largement disséminée et qui s'élève à 363.000 habitants dépend entièrement des eaux de surface polluées et des sources améliorées qui sont difficiles d'accès.

Ce sont dans l'ensemble 35.000 personnes qui seront touchées par la réalisation de ce projet qui leur ouvrira les possibilités nouvelles d'utilisation de l'eau de puits de bonne qualité, ce qui portera le taux de généralisation des systèmes de distribution d'eau potable à 14 % , soit une amélioration de 9 %.

En outre, l'impact du Projet sur la vie individuelle de la population de la région sera évident puisque les sources nouvelles qui lui seront offertes amélioreront la qualité de l'eau de consommation, ce qui permettra de diminuer le nombre de maladies dûes au contact de l'eau polluée. D'autre part, on peut noter comme effet secondaire une diminution considérable des distances parcourues pour aller puiser l'eau et qui sont actuellement de 2 à 4 km en moyenne. En effet grâce au Projet, elles seront ramenées à 1 ou deux kms et par conséquent, tout en augmentant les quantités d'eau utilisées - ce qui améliorera les conditions d'hygiène de la population - cela permettra de réserver le temps de travail économisé à d'autres tâches plus lucratives.

Par ailleurs, les installations d'eau offertes étant techniquement simples puisqu'elles consistent principalement en de nombreux petits puits abyssiniens (avec pompe manuelle) indépendants, elles ont l'avantage de s'adapter parfaitement à la forme de répartition démographique dispersée que présente la région du Projet. Elles sont en outre économiques et efficaces et demandent très peu de personnel et très peu de frais d'entretien. Par conséquent ce sont des installations standard idéales pour

un pays en voie de développement et qui pourront être généralisées et utilisées à grande échelle sur l'ensemble du pays.

Comme nous l'avons mentionné dans ce rapport, le Projet représente une première expérience d'exploitation des nappes phréatiques en République du Rwanda. Il revêt un sens particulièrement important pour le pays qui pourra dans l'avenir continuer seul l'exploitation des nappes souterraines à partir d'un système autonome, grâce aux techniques et au matériel qui lui seront transférés.

CHAPITRE VI. CONCLUSION & RECOMMANDATIONS

VI. CONCLUSION & RECOMMANDATIONS

Nous avons mentionné au chapitre précédent l'impact qu'aura le projet sur l'amélioration du niveau de vie de la population de la région qu'il recouvre et la contribution importante qu'il apportera sur l'exploitation future des nappes phréatiques par le Rwanda avec son propre potentiel. Nous considérons qu'à ce titre le présent Projet entre dans le cadre d'une coopération financière non-remboursable du gouvernement japonais.

Cependant, il est important de souligner que le projet ne saurait être réellement efficace sans un bon entretien des installations, et que pour que cet entretien soit pleinement réussi il faudra s'assurer la coopération de chaque utilisateur, disposer d'un système de pièces de rechanges centralisé et donner à la population un minimum de formation technique.

Nous souhaitons proposer à la partie Rwandaise de constituer un système d'entretien structurel en prenant comme exemple l'entretien des puits d'essais forés lors de l'étude d'alimentation préliminaire, qui serait établi au niveau de la population, au niveau de la commune et au niveau de la préfecture. Nous souhaitons que ce système d'entretien systématique soit mis en place le plus vite possible, après que la question de son budget ait été discutée.

En outre, le gouvernement du Japon souhaite apporter ses conseils utiles par une étude du suivi des travaux qui sera effectuée à l'achèvement du Projet, et vérifier l'utilisation des installations construites et la situation de leur entretien.

DOCUMENTS ANNEXES

1. MEMBRES DE LA MISSION D'ETUDE

Nom et Prénom	Responsabilité	Organisme
KANAI Seiichi	Directeur de Mission	Agence Japonaise de Coopération Internationale
NARITA Hiroatsu	Planification de l'alimentation en eau	Chuo Kaihatsu Corporation
AOYAMA Takashi	Hydrogéologie	Chuo Kaihatsu Corporation
TAKAHASHI Kenichi	Interprète	Chuo Kaihatsu Corporation

2. PROGRAMME DE L'ETUDE SUR PLACE

Ordre	Date	jour	Programme de déplacement	Activité	Contenu de l'étude
1	21/5	Mer.	Trois délégués Départ Japon vol SN-262	Voyage	
2	22/5	Jeu.	Voyage	Voyage	
3	23/5	Ven.	Arrivée à Kigali des 3 délégués à 10 H 20 (AF483)	Réunion préalable avec MINITRAPA	Présentation du premier rapport et du questionnaire
4	24/5	Sam.	Kigali/Kibungo/Kigali 3 délégués	Etude générale Zone I, II, III, IV	Evaluation de la situation d'ensemble du site
5	25/5	Dim.	Départ du Japon du Chef de Mission vol JAL441		
			Kigali/Kibungo/Kigali 3 délégués	Etude de la zone II	Choix de l'emplacement de 7 puits
6	26/5	Lun.	Kigali/Kibungo/Kigali 3 délégués	Etude de la zone II	Choix de l'emplacement de 8 puits Vérification des puits d'essai
7	27/5	Mar.	Arrivée à Kigali du Chef de Mission à 10 H 20 (AF483)	Travail à Kigali Rencontre avec les autorités	Prix des installations
			Kigali		
8	28/5	Mer.	Ensemble de la mission à Kigali	Visite de courtoisie au MINAFET MINIPLAN MINITRAPE et OGE	Discussions sur le premier rapport et établissement du questionnaire
9	29/5	Jeu.	Kigali/Kibungo/Kigali	Etude de la zone III	Choix de l'emplacement de 18 puits et vérification des puits d'essai
10	30/5	Ven.	Ensemble de la mission à Kigali	Réunion avec les contre-parties Travail à Kigali	Draft du Compte-rendu de réunion Recueillement des réponses au Quest. Vérification du matériel fourni
11	31/5	Sam.	Kigali/Kibungo/Kigali 3 délégués	Etude de la zone IV	Choix de l'emplacement de 19 puits

12	01/6	Dim.	Kigali/Kibungo/Kigali 3 délégués	Etude de la zone I	Etude des canalisations
13	02/6	Lun.	Ensemble de la mission à Kigali	Visite à MINITRAPE	Signature du Compte-rendu
14	03/6	Mar.	Départ du Chef de mission sur vol KQ471. Etude de la région de Bare par les 3 délégués		Mise au point des gouttières et étude de l'emplacement des cuves de stockage des eaux de pluie
15	04/6	Mer.	Kigali/Kibungo/Kigali 3 délégués	Etude de la zone IV	Choix de l'emplacement de 19 puits Vérification des puits d'essai
16	05/6	Jeu.	Départ de Kigali des 3 délégués à 12 h 10 Vol SV464	Voyage	
17	06/6	Ven.	Voyage	Voyage	
18	07/6	Sam.	Arrivée au Japon Vol SV-261	Voyage	
19	08/6	Dim	Arrivée au Japon du chef de mission vol SV-261	Voyage	

3. Liste des Organismes et Responsables Gouvernementaux Rwandais

(1) Ministère des Travaux Publics et de l'Énergie

Joseph NZIRORERA	Ministre
Telesphore BIZIMUNGU	Directeur DGE
Fidèle KANYABUGOYI	Directeur Planification
Alexis NGARABABYEYI	Directeur Service des Etudes de projets
Juvenal MASABO-NYANGEZI	Directeur Bureau Aménagement des Lacs et des Rivières
Alexandre NDAHUMBA	Ingénieur Bureau Aménagement des Lacs et des Rivières
Jean-Baptiste KATITANA	Secrétariat de la DGE
Charles URAMATSE	Directeur service Hydraulique et Assainissement

(2) Ministère des Affaires Etrangères et de la Coopération

Etienne KABUTO	Directeur de l'Agence de Coopération Asie-Afrique
Léonard NGERAGEZE	Chef de service de l'Agence de Coopération Asie-Afrique
Innocent SEMUHIRE	Secrétaire
Félicien MUNYENSANGA	

(3) Ministère du Plan

Simeon MASABARAKIZA	Chef de service Industrie, Eau et Energie

(4) Préfecture de Kibungo et 11 bureaux communaux

Xavier NDEZE	Préfet
Joseph NSABIMANA	Sous-Préfet chargé des affaires sociales et culturelles
Celestin BUCYEKABILI	Sous-Préfet chargé des affaires administratives

PROCES-VERBAL DE LA REUNION SUR L'ETUDE DU PLAN DE BASE CONCERNANT LE PROJET D'ALIMENTATION EN EAU EN MILIEU RURAL DANS LA REGION ORIENTALE DU RWANDA (PREFECTURE DE KIBUNGO)

En réponse à la requête du Gouvernement de la République Rwandaise, le Gouvernement Japonais a décidé d'effectuer une étude du plan de base sur le projet d'Alimentation en eau en milieu rural dans la région orientale du Rwanda (ci-après dénommé "le projet"). Cette étude a été confiée à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA).

La JICA a envoyé au Rwanda, une mission d'étude dirigée par Monsieur KANAI Seiichi, de la Première Division de l'étude du design au Département de la Planification et de l'Etude de l'aide financière non-remboursable de la JICA.

La mission a séjourné au Rwanda du 21 mai au 7 juin 1986 et a eu une série de discussions et d'échanges de vues avec les responsables concernés par le projet du coté du Gouvernement Rwandais. Ceux-ci étaient dirigés par Monsieur BIZIMUNGU Télesphore, Directeur Général de l'Eau au Ministère des Travaux Publics et de l'Energie.

Les deux parties se sont convenus de proposer à leurs gouvernements respectifs les éléments décrits dans le Mémorandum issus des travaux de la Mission.

Fait à Kigali, le 2 juin 1986

S. KANAI
CHEF DE LA MISSION JICA

BIZIMUNGU Télesphore
DIRECTEUR GENERAL DE L'EAU
AU MINISTERE DES TRAVAUX
PUBLICS ET DE L'ENERGIE

MEMORANDUM PREPARE A L'ISSU DE LA MISSION D'ETUDE SUR LE PROJET D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE EN MILIEU RURAL DANS LA REGION ORIENTALE DU RWANDA (PREFECTURE DE KIBUNGO) DU 27 MAI AU 7 JUIN 1986.

1. OBJECTIF DU PROJET.

Le projet consiste à fournir les installations d'alimentation en eau par utilisation de puits profonds dans le milieu rural de la région orientale du Rwanda en vue de permettre aux habitants de s'approvisionner en eau potable.

2. REGION FAISANT L'OBJET DU PROJET.

La présente mission déstinée à étudier uniquement la partie susceptible d'être financée sur le budget de la Coopération financière non-remboursable s'est limitée sur les zone I, II, III et IV réparties sur les communes KAYONZA, KIGARAMA, BIRENGA, RUSUMO, RUTONDE, KABARONDO et RUKIRA en Préfecture de KIBUNGO (voir carte annexe III).

3. ORGANISME D'EXECUTION.

Pour la partie rwandaise, l'organe d'exécution du projet sera le Ministère des TRAVAUX PUBLICS ET DE L'ENERGIE (MINITRAPE).

4. MESURES PRISES PAR LA MISSION JAPONAISE.

La mission transmettra au Gouvernement japonais le souhait du Gouvernement rwandais (indiqué en annexe I) qui consiste en ce que le Gouvernement japonais prenne les mesures pour participer au Projet dans le cadre de l'assistance économique sous forme de la Coopération financière non-remboursable.

5. MESURES PRISES PAR LE GOUVERNEMENT RWANDAIS.

Lors de l'exécution du projet sous forme de la coopération financière non-remboursable par le Gouvernement japonais, le Gouvernement rwandais prendra les mesures nécessaires comme indiquées en annexe II.

../..

6. CONTENU DU SYSTEME DE LA COOPERATION FINANCIERE NON-REMBOURSABLE.

La Mission japonaise a bien expliqué à la partie rwandaise le système de la Coopération financière non-remboursable. La partie rwandaise en a pris bonne note.

7. REQUETE DE LA MISSION.

La partie japonaise a souligné les points suivants auxquels la partie rwandaise a marqué son accord.

(1) Lorsque les sites de forage auront été choisis par la Mission japonaise, la partie rwandaise prendra les mesures nécessaires pour assurer les expropriations et améliorer les voies d'accès dans le cadre de l'UMUGANDA.

(2) Au cours de l'exécution du projet, il sera assuré un transfert de technologie de forage et de construction des unités d'alimentation en eau au personnel rwandais du MINITRAPE. Ce personnel qui interviendra pour exécuter la suite du projet devrait être fourni à tire de contreparties et participer autant que possible à la réalisation du projet.

(3) La machine de forage ainsi que tous les équipements (voir annexe I) qui seront fournis par le Gouvernement Japonais dans le cadre de l'exécution du projet seront mis à la disposition de l'Entrepreneur pour utilisation.

ANNEXE I

LA REQUETE DU GOUVERNEMENT RWANDAIS.

Le Gouvernement rwandais aimerait que le Gouvernement Japonais participe financièrement à la réalisation du Projet d'Alimentation en eau potable dans la région de KIBUNGO tel qu'identifié par l'étude de factibilité ménée par la JICA en créant les puits sur les Zones I à XIIen deux phases dont la première phase sera exécutée par l'aide financière non-remboursable du Gouvernement Japonais et la deuxième phase sera exécutée par le Gouvernement Rwandais sur la base de l'expérience technique acquise pendant la première phase. Le Gouvernement Rwandais aimerait aussi que le Gouvernement Japonais considère les possibilités de faire les adductions dans les zones qui ne seraient pas concernées par ces puits.

Dans un premier temps, le Gouvernement rwandais demande que soient exécutées sur la Coopération financière non-remboursable les actions décrites ci-après :

1. La Mission japonaise choisira les 72 sites à désservir en eau potable dans la région couverte par le Projet en vue d'y créer des infrastructures suivantes :

   (1) Installation de 72 puits profonds pour l'exploitation des nappes souterraines se trouvant sur les 72 sites choisis;

   (2) Fourniture et installation de 71 pompes manuelles de bonne qualité et d'une pompe électrique comme matériel d'alimentation en eau;

   (3) Installation des équipements nécessaires pour exploiter un puit équipé d'une pompe électrique tels que tuyaux de distribution d'eau, un réservoir de 50 m^3, un système d'alimentation électrique, etc..

   (4) Installation de toutes les protections des puits contre la contamination externe (plate-formes, rigoles d'évacuation, clôtures, etc...).

../..

(5) Construction de trois cuves de stockage d'eau de pluies de 50 m^3.

(6) Disposition pour assurer les services d'ingénierie y compris les sondages électriques, l'établissement des plans détaillés, la gestion et la supervision des travaux de construction d'ensemble sur place.

2. Fourniture de matériels et équipements.

Le Gouvernement japonais cédera au Gouvernement rwandais une série de machines de forage dont le détail figurera dans le rapport final de la présente mission.

ANNEXE II

MESURES PRISES PAR LE GOUVERNEMENT RWANDAIS :

1. (1) Exonérer, les membres de l'équipe japonaise, des taxes, droits de douanes et autres charges imposées sur les machines, les équipements, les matériels et autres articles nécessaires pour l'exécution des travaux concernés par le présent Projet. Les frais MAGERWA restent à charge de l'équipe japonaise.
   (2) Régler la commission à la banque.

2. (1) Assurer la sécurité à l'équipe japonaise
   (2) Faciliter l'obtention de visas de sorties et d'entrées aux membres de l'équipe japonaise.
   (3) Fournir des cartes d'indentités et autres documents nécessaires pour l'exécution des travaux.
   (4) Prêter gratuitement une machine de forage montée sur rouleaux type THS-70 Spindle et appareils auxiliaires ainsi que les véhicules, destinés au forage de puits d'approvisionnement en eau souterraine.

3. (1) Mobiliser la main d'oeuvre UMUGANDA pour la construction de voies d'accès, la réparation et l'entretien des routes existantes pendant la période d'execution du Projet.
   (2) Supporter les frais d'installation de cables électriques sur la ligne haute tension en vue de faciliter la construction du système d'alimentation en eau par pompage électrique.
   (3) Prendre en charge les dépenses nécessaires à l'expropriation des biens endommagés dans le cadre du Projet.

4. Désigner au moins 5 contre-parties rwandais constitués d'un coordinateur, un technicien de sondage électrique, 3 techniciens de forage en vue de collaborer avec l'équipe japonaise et recevoir le transfert de technologie au cours de la période de construction.

=-=-=-=-=-=-=-=-=-=

S.k.

5. Données sur la République du Rwanda

Dans les pages qui suivent sont donnés quelques renseignements relatifs au Projet.

TALEAU 5.1 POPULATION DU RWANDA

PREFECTURE	STATISTIQUES 1970	RECENSEMENT DE 1978				STATISTIQUES 1981	ACCROISSEMENT MOYEN DE LA POPULATION	
		HOMMES	FEMMES	TOTAL	DENSITE MOYENNE DE POPULATION (AU KM² HABITABLE)		1970-1978	1978-1981
BUTARE	507.568	290.798	311.752	602.550	343	655.504	2,2 %	2,8 %
BYUMBA	354.521	254.435	266.916	521.351	200	580.594	5,0 %	3,7 %
CYANGUGU	272.213	165.084	168.103	333.187	298	380.487	2,6 %	4,5 %
GIKONGORO	315.676	178.130	192.466	370.596	237	384.018	2,1 %	1,3 %
GISENYI	368.618	227.019	241.863	468.882	358	530.077	3,1 %	4,2 %
GITARAMA	466.532	295.299	310.913	606.212	281	659.543	3,4 %	2,9 %
KIBUNGO	236.760	176.032	185.217	361.249	136	426.611	5,5 %	5,7 %
KIBUYE	225.520	164.198	172.39	336.588	260	364.594	5,2 %	2,7 %
KIGALI	373.417	353.195	345.274	698.442	249	826.752	8,2 %	5,8 %
RUHENGERI	456.985	258.722	273.205	531.927	369	579.832	1,9 %	2,9 %
TOTAL	3.579.810	2.362.912	2.468.072	4.830.984	258	5.388.012	3.8 %	3.7 %

TABLEAU 2.2 LISTE DES MINISTERES

1. Présidence de la République (Presidency of the Republic)	PRESIREP
2. Ministère de la Défense Nationale (Ministry of National Defense)	MINADEF
3. Ministère Chargé des Relations Institutionnelles (Ministry in Charge of Institutional Relations)	
4. Ministère de l'Intérieur et du Développement Communal (Ministry of the Interior and Communal Development)	
5. Ministère de la Justice (Ministry of Justice)	MINIJUST
6. Ministère de la Fonction Publique et de la Formation Professionnelle (Ministry of Public Function and Professional Formation)	
7. Ministère des Finances et de l'Économie (Ministry of Finance and Economy)	
8. Ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Artisanat (Ministry of Industry, Mines and Artisans)	MINAGRI
9. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts (Ministry of Agriculture, Stock Farming and Forests)	
10. Ministère du Plan (Ministry of Planning)	MINIPLAN
11. Ministère des Travaux Publics et de l'Energie (Ministry of Public Works and Energy)	MINITRAPE
12. Ministère des Transports et des Communications (Ministry of Transport and Communications)	MINITRACON
13. Ministère de l'Enseignement Primaire et Secondaire (Ministry of Primary and Secondary Education)	MINIPRISEC
14. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (Ministry of Higher Education and Scientific Research)	

15. Ministère de la Jeunesse et du Mouvement Coopératif
(Ministry of Youth and Cooperative Movement)

16. Ministère des Affaires Etrangères et de la Coopération — MINAFET
(Ministry of Foreign Affaires and Cooperation)

17. Ministère de la Santé Publique et des Affaires Sociales — MINISAPASO
(Ministry of Public Health and Social Affairs)

TABLEAU 2.5 BUDGET DE LA DIRECTION GENERALE DES EAUX

(1) Détail du budget de l'année 1984

a. Rémunération du personnel	FrR	5.600.000
b. Honoraires personnel intérimaire	FrR	1.620.000
c. Fournitures de bureau (Fongibles)	FrR	50.000
d. Pièces de rechange du matériel	FrR	140.000
e. Mobilier de bureau	FrR	50.000
f. Imprimerie et copie	FrR	50.000
g. Documentation générale et abonnements	FrR	50.000
h. Charges électricité etc	FrR	790.000
i. Entretien et réparation machines et outillage	FrR	50.000
j. Entretien et réparation véhicules	FrR	550.000
k. Frais de déplacement	FrR	200.000
l. Frais de visites et de sondages	FrR	500.000
m. Travaux d'hydraulique rurale	Fr	30.000.000
n. Frais de consignation AIDR	FrR	30.000.000
T O T A L	FrR	69.650.000

(Chiffres valables au 15.3.1983 - source journal official du Rwanda)

(2) EVOLUTION DU BUDGET DE LA DIRECTION GENERALE DES EAUX PAR ANNEE

1983 ..... FrR 40.000.000
1984 ..... FrR 69.650.000
1985 ..... FrR 74.011.629
(Sources MINITRAPE)

TABLEAU 2.6 BUDGET D'ETAT POUR LE DEVELOPPEMENT DES PROJETS HYDRAULIQUES

1983

1) Projet hydraulique de Bugarama.....	FrR	64.208.476
2) Mayaga - Sud	FrR	10.000.000
3) Villes de Kigali et Burare	FrR	15.000.000
4) Projet Eau/électricité du centre de Recherche pré-scholastique de Biryoque	FrR	1.000.000
5) Alimentation du bureau académique de Remera .	FrR	8.000.000
6) Section hydraulique de Nkombo	FrR	3.345.468
7) Alimentation nouvelle de Kabaya	FrR	1.449.733
8) Extension réseau de Kimihura	FrR	1.336.731
9) Alimentation de la périphérie de Kigali	FrR	3.920.000
TOTAL	FrR	108.260.774

1984

1) Canalisations d'eau de Kigali et Butare	FrR	14.722.452
2) Raccordements canalisations de Remera ..... (Electreicité, eau)	FrR	11.871.010
3) Raccordement électricité et eau de Curphametra	Fr	5.000.000
4) Alimentation de 5 écoles secondaires	FrR	67.000.000
5) Section hydraulique de Nkombo	FrR	3.500.000
6) Nouvelle alimentation de Kabaya	FrR	500.000
7) Investissements du projet de la section périphérique de Kigali	FrR	4.649.000
8) Canalisations vers aéroport Kayibanda	FrR	27.000.000
9) Canalisations vers Rutsiro	FrR	500.000
TOTAL	FrR	130.093.462

1985

1) Alimentation de 5 écoles secondaires	FrR	128.522.007
2) Alimentation de Matara	FrR	35.000.000
3) Alimentation de 4 districts	FrR	40.000.000
4) Eau potable de Nkombo	FrR	3.100.000
5) Nouvelles canalisations de Kabaya	FrR	350.000
6) Extension des installations de la périphérie de Kigali	FrR	28.144.423
7) Alimentation école de Kibeho	FrR	15.000.000
8) Alimentation de l'aéroport de Kayibanda	FrR	19.255.000
TOTAL	FrR	269.971.430

TABLEAU IV-1
(1/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : BIRENGA

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. BARE	37,1	1.897	51,5	635	2,99	N.D.	2.333	62,9	3,67
2. BIRENGA	32,7	2.087	63,8	767	2,72	N.D.	2.567	78,5	3,35
3. GAHARA	72,7	5.436	74,8	990	5,49	N.D.	6.686	92,0	6,75
4. GAHULIRE	13,5	2.765	204,8	455	6,08	N.D.	3.401	259,9	7,47
5. GASHONGORA	38,3	4.193	109,5	414	10,13	N.D.	5.157	134,6	12,46
6. KIBAYA	8,3	2.967	357,5	412	7,20	N.D.	3.649	439,6	8,86
7. KIBARA	15,4	3.406	221,2	353	9,65	N.D.	4.189	272,0	11,87
8. KIBIMBA	16,7	2.947	176,5	358	8,23	N.D.	3.624	217,0	10,12
9. KIBUNGO	14,4	2.998	208,2	N.D.	N.D	N.D.	3.687	256,0	N.D.
10. MATONGO	28,8	4.396	152,6	534	8,23	N.D.	5.406	187,7	10,12
11. NDAMIRA	11,0	2.349	213,5	467	5,03	N.D.	2.889	262,6	6,19
12. SAKARA	22,7	3 866	170,2	774	6,14	N.D.	4.755	209,5	6,14
TOTAL	311,6	39.307	126,1	N.D.	N.D.	3,0	48.343	155,1	N.D.

TABLEAU IV-1
(2/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : KABARONDO

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. BISENGA	19,8	2.104	106,3	476	4,42	5,02	2.619	132,3	5,50
2. CYINZOVU	10,8	2.418	223,9	484	5.00	3,54	3.010	278,7	6,22
3. KABARONDO	15,0	2.101	140,1	301	6,98	2,88	2.616	174,4	8,69
4. MURAMA	21,0	1.461	69,6	284	5,14	1,80	1.819	86,6	6,04
5. NKANBA	12,7	2.955	232,7	628	4,71	2,48	3.679	289,7	5,86
6. RUBIRA	6,7	2.296	342,7	362	6,34	1,78	2.859	426,7	7,90
7. RUKIRA	6,0	1.963	327,2	350	5,61	3,26	2.444	407,3	6,98
8. RUNDA	11,7	2.908	248,6	616	4,72	3,38	3.621	309,5	5,88
9. RURAMIRA	15,8	2.866	181,4	612	4,68	2,50	3.568	225,8	5,83
10. RUSERA	9,6	1.875	195,3	480	3,91	5,16	2.334	243,1	4,86
11. RUYONZA	8,5	2.238	263,3	349	6,41	2,36	2.786	327,8	7,98
12. SHYANDA	36,3	2.346	64,6	315	7,45	5,46	2.921	80,5	9,27
TOTAL	173,9	27.531	158,3	5.257	5,24	3,18	34.276	197,1	6,52

TABLEAU IV-1
(3/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : KAYONZA

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. GASOGI	15,0	2.738	182,5	543	5,04	2,86	2.968	197,9	5,47
2. KAYONZA	13,5	3.247	240,5	530	6,13	0,86	3.520	260,7	6,64
3. MBARABUTURO	10,0	1.982	198,2	365	5,43	1,80	2.149	214,9	5,89
4. MUSUMBA	20,2	2.454	121,5	324	7,57	1,16	2.660	131,7	8,21
5. NYAMIRAMA	19,6	3.524	179,8	298	11,80	-5,00	3.820	194,9	12,80
6. RUTARE	13,1	2.410	184,0	354	6,81	-0,50	2.613	199,5	7,38
7. RWINDWAVU	99,4	4.784	48,1	557	8,59	10,46	5.186	52,2	9,31
8. SHYOGO	7,5	2.621	349,5	409	6,41	1,00	2.841	378,8	6,95
TOTAL	198,3	23.760	119,8	3.380	7,03	1,16	25.757	129,9	7,62

TABLEAU IV-1
(4/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : KIGARAMA

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. FUKWE	5,0	3.744	748,8	552	6,78	3,02	5.136	1072,2	9,30
2. GASETSA	22,5	2.436	108,3	553	4,41	5,82	3.342	148,5	6,04
3. GSHANDA	15,6	2.622	168,1	451	5,81	3,98	3.597	230,6	7,98
4. KARABE I	16,0	2.473	154,6	638	3,88	6,56	3.393	212,1	5,32
5. KARARE II	68,8	4.156	60,4	908	4,58	6,48	5.701	82,9	6,28
6. KARABERANGUF	30,8	3.366	109,3	691	4,87	4,92	4.618	149,9	6,68
7. KANSANA	18,3	3.462	189,2	573	6,04	3,34	4.749	259,5	8,29
8. REMERA	16,7	2.327	139,3	506	4,60	5,72	3.192	191,1	6,31
9. RUBONA	22,5	5.389	239,5	625	8,62	3,08	7.393	328,6	11,83
10. RURENGA	20,8	2.168	104,2	615	3,53	6,32	2.874	143,0	4,84
11. VUMUE	22,5	3.454	153,2	672	5,14	3,96	4.738	210,6	7,05
TOTAL	159,5	35.597	137,2	6.784	5,25	4,62	48.833	188,2	7,20

TABLEAU IV-1
(5/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : MUGESERA

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. CYIZIHIZA	9,8	2.919	297,9	506	5,77	3,78	3.785	386,7	7,49
2. GATARE	16,3	3.015	185,0	538	5,60	3,33	3.915	240,2	7,28
3. KAGASHI	21,7	3.537	163,0	587	6,03	3,78	4.585	211,6	7,82
4. KARENBO	5,4	2.092	387,4	299	7,00	4,40	2.716	503,0	9,08
5. KIBARE	8,8	3.444	391,4	483	7,13	3,75	4.472	508,2	9,26
6. KIBILIZA I-II	20,6	5.143	249,7	815	6,31	2,53	6.677	324,1	8,19
7. KIRANBO	10,6	2.454	231,5	327	7,50	4,13	3.186	300,6	9,74
8. KIKABUYE	8,5	3.427	403,2	653	5,25	3,63	4.450	523,5	6,81
9. MATONGO	5,2	2.583	496,7	422	6,12	3,95	3.354	645,0	7,95
10. NUGARA	11,0	2.895	263,2	459	6,31	4,35	3.759	341,7	8,19
11. NYANGE	20,2	2.085	103,2	462	4,51	5,33	2.707	134,0	5,86
12. SANGAZA	16,3	2.839	174,2	502	5,66	4,03	3.686	226,1	7,34
13. SHYWA	8,3	2.691	324,2	419	6,42	3,50	3.494	421,0	8,34
14. ZAZA	7,7	2.385	309,7	329	7,25	5,20	3.094	401,8	9,40
TOTAL	170,4	41.509	243,6	6.801	6,10	3,80	53.880	316,3	7,92

TABLEAU IV-1
(6/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : MUHAZI

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. GATI	15,0	3.286	219,1	700	4,69	2,70	4.050	270,0	5,79
2. GISHALI	12,5	3.910	312,8	722	5,42	2,27	4.819	385,5	6,67
3. KARABE	10,6	3.025	285,4	402	7,52	7,17	3.728	351,7	9,27
4. KITAZIGURWA	10,6	2.395	222,5	466	5,06	2,0	2.907	274,2	6,24
5. MUKARANGE	7,9	2.219	280,5	438	5,07	3,00	2.735	36,2	6,24
6. MUNYIGINYA	8,1	2.577	318,1	522	4,94	2,10	3.176	392,1	6,08
7. MURANBI	15,0	3.129	208,6	525	5,96	3,13	3.856	257,1	7,34
8. NKOMANGWA	8,8	2.271	258,1	457	4,97	1,63	2.799	318,7	6,12
9. NYANGATOVU	12,1	2.700	223,1	504	5,36	3,30	3.327	275,0	6,60
10. NYARUBUYE	8,5	2.810	330,6	512	5,49	3,37	3.463	407,4	6,76
11. NYARUGALI	8,3	2.399	289,1	525	4,57	2,17	2.956	356,1	5,63
12. RUHUNDA	11,5	2.814	244,7	538	5,23	2,70	3.468	301,6	6,45
TOTAL	128,9	33.499	259,9	6 311	5,31	3,30	41.284	320,3	6,54

TABLEAU IV-1
(7/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : RUKARA

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. GAHINI	27,1	5.111	188,6	521	9,81	1,70	5.803	214,1	11,14
2. KAWANGIRE	17,9	3.492	195,1	553	6,31	1,47	3.965	221,5	7,17
3. KIYENZI	15,6	3.355	215,1	331	10,14	1,33	3.809	244,2	11,51
4. NYANKABUNGO	31,9	2.663	83,5	340	7,83	1,77	3.809	244,2	11,51
5. NYAWERA	44,6	3.809	85,4	350	10,88	1,70	4.325	97,0	12,35
6. RUKARA	47,5	6.049	127,4	745	8,12	2,10	6.868	144,6	9,22
7. RWIMISHINYA	22,5	4.609	204,8	638	7,22	1,60	5.233	232,6	8,208
8. RYAMANYONI	63,8	2.454	38,5	377	6,51	3,33	2.786	43,7	7,39
TOTAL	270,9	31.542	116,4	3.855	8,18	1,83	35.811	132,2	9,29

TABLEAU IV-1
(8/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : RUKIRA

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. GASHIRU	31,7	3.245	102,4	505	6,43	N.D.	4.609	145,4	9,13
2. GITUKU	24,8	3.057	123,3	483	6,33	N.D.	4.324	175,1	8,99
3. GITWE	33,5	3.552	106,0	477	7,45	N.D.	5.045	150,6	10,58
4. MUBANGO	15,4	3.466	225,0	611	5,67	N.D.	4.923	319,7	8,06
5. MURAMA	11,7	3.134	268,0	565	5,55	N.D.	4.451	380,4	7,88
6. MUSHIKIRI	58,1	2.997	51,6	459	6,53	N.D.	4.257	73,3	9,27
7. NUTARUKA	36,9	2.310	62,6	458	5,04	N.D.	3.281	88,9	7,16
8. RUGARAMA	30,8	2.171	70,5	367	5,92	N.D.	3.083	100,1	8,40
9. RURAMA	14,6	3.151	215,8	572	5,51	N.D.	4.475	306,5	7,82
10. RURENGE	15,8	3.261	206,4	642	5,08	N.D.	4.632	293,2	7,21
TOTAL	273,3	30.344	111,0	5,139	5,00	5,14	43.098	157,7	8,39

TABLEAU IV-1 POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

(9/11)

Commune : RUSUMO

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. GATURE	74,6	6.088	81,6	N.D.	N.D.	3,36	8.341	111,8	8,69
2. GISENBI	47,1	2.346	49,8	512	4,58	2,38	3.214	68,2	6,28
3. KANKOBWA	267,5	4.225	15,8	722	5,85	5,92	5.788	21,6	8,02
4. KIGARAMA	135,6	5.711	42,1	753	7,58	4,84	7.824	57,7	10,39
5. KIGINA	65,0	5.296	81,5	876	6,05	4,24	7.256	111,6	8,28
6. KIRFHF	50,6	4.792	94,7	902	5,31	4,88	6.565	129,7	7,28
7. MUSAZA	86,5	6.509	75	N.D.	N.D.	4,34	8.917	103,1	8,69
8. NYABITARE	42,1	3.177	75,5	408	7,79	4,06	4.353	103,4	10,67
9. NYAMUGALI	114,8	3.614	31,5	N.D.	N.D.	3,76	4.951	43,1	8,69
10. NYARUBUYE	85,0	5.214	61,3	723	7,12	7,68	7.143	84,0	9,88
TOTAL	968,8	46.972	48,5	N.D.	N.D.	4,60	64.352	66,4	8,69

TABLEAU IV-1
(10/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : RUTONDE

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. KADUHA	18,1	3.267	180,2	558	5,85	6,90	4.201	232,1	7,53
2. KIGABIRO	3,8	3.417	899,2	406	8,42	1,88	4.401	1.158	10,84
3. NKUNGU	12,1	2.866	236,9	501	5,72	7,36	3.691	305,0	7,37
4. NSINDA	9,0	2.731	303,4	216	12,6	8,86	3.517	390,8	16,28
5. NYARUSANCE	11,7	3.161	270,2	500*	6,32*	4,80	4.071	347,9	8,14
6. RUTONDE	15,8	3.273	207,2	551	5,94	10,60	4.215	266,8	7,65
7. RWERU	8,3	3.235	389,8	700	4,62	0,46	4.166	501,9	5,95
8. RWIKUBO	11,9	3.022	254,0	597	5,06	-1,48**	3.892	327,1	6,52
9. SOVU	13,3	2.759	207,4	491	5,62	0,02	3.553	267,1	7,24
TOTAL	104,0	27.726	266,6	4.520*	6,13	3,68	35.707	343,3	7,90*

TABLEAU IV-1
(11/11)

POPULATION ESTIMATIVE DE 1990

Commune : SAKE

Nom du SECTEUR	Superf. en km2.	POPULATION	DENSITÉ 1983 (h/km2)	Nombre de Familles	Nbre de person./ famille	% moyen de croissance population (78-83)	POPULATION ESTIMEE	DENSITÉ 1990 (h/km2)	Nbre de person./ famille
1. GITUZA	19,8	2.830	142,9	415	6,82	7,08	3.625	183,1	8,73
2. MABUGA I	11,0	2.228	202,5	374	5,96	2,88	2.854	259,5	7,63
3. MABUGA II	10,4	2.295	220,7	378	6,07	3,44	2.940	282,7	7,78
4. MBUYE	28,5	3.031	106,4	856	3,54	3,36	3.883	136,2	4,54
5. MURWA	60,0	3.541	59,0	52	6,78	7,06	4.536	75,6	8,69
6. NGOMA	14,4	2.228	154,7	536	4,16	1,42	2.854	198,2	5,32
7. NSHILI I	13,3	2.641	198,6	496	5,32	4,30	3.383	254,4	6,82
8. NSHILI II	9,6	2.263	235,7	219	10,33	2,10	2.899	302,0	13,24
9. RUBAGO	14,0	3.315	236,8	518	6,40	2,60	4.246	303,3	8,20
10. RUKUMBELI	126,5	3.320	125,3	589	5,64	2,28	4.252	160,5	7,21
11. RUYEMA I	4,6	1.731	376,3	300	5,77	3,98	2.217	482,0	7,39
12. RUYEMA II	5,6	1.604	286,4	344	4,66	4,80	2.054	366,8	5,97
13. SHOLI	23,8	3.091	129,9	348	12,46	2,68	3.959	166,3	11,38
TOTAL	241,5	34.118	141,3	5.895	5,79	3,60	43.702	181,0	7,41

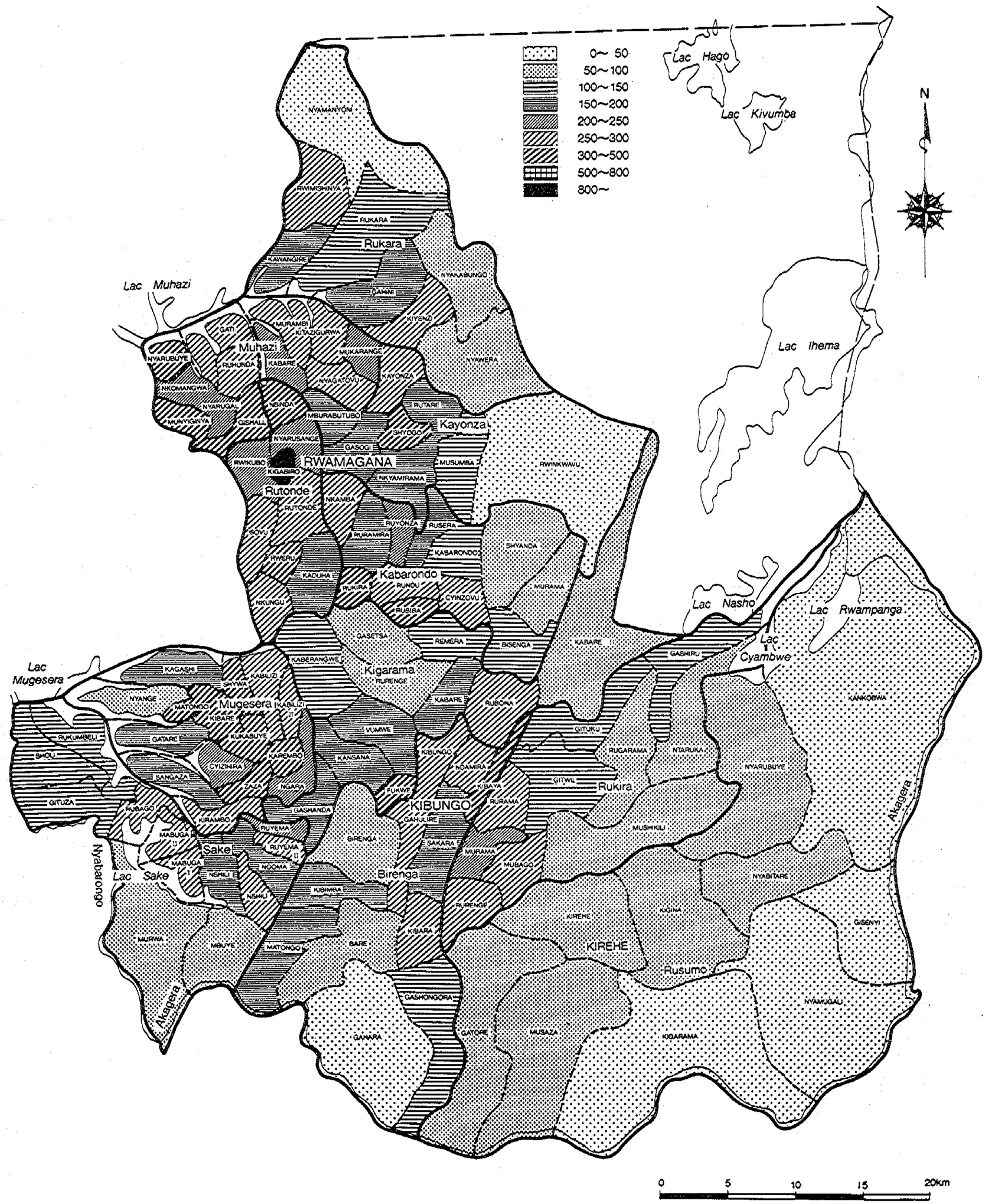


Figure 3.2 Carte de la densité de population

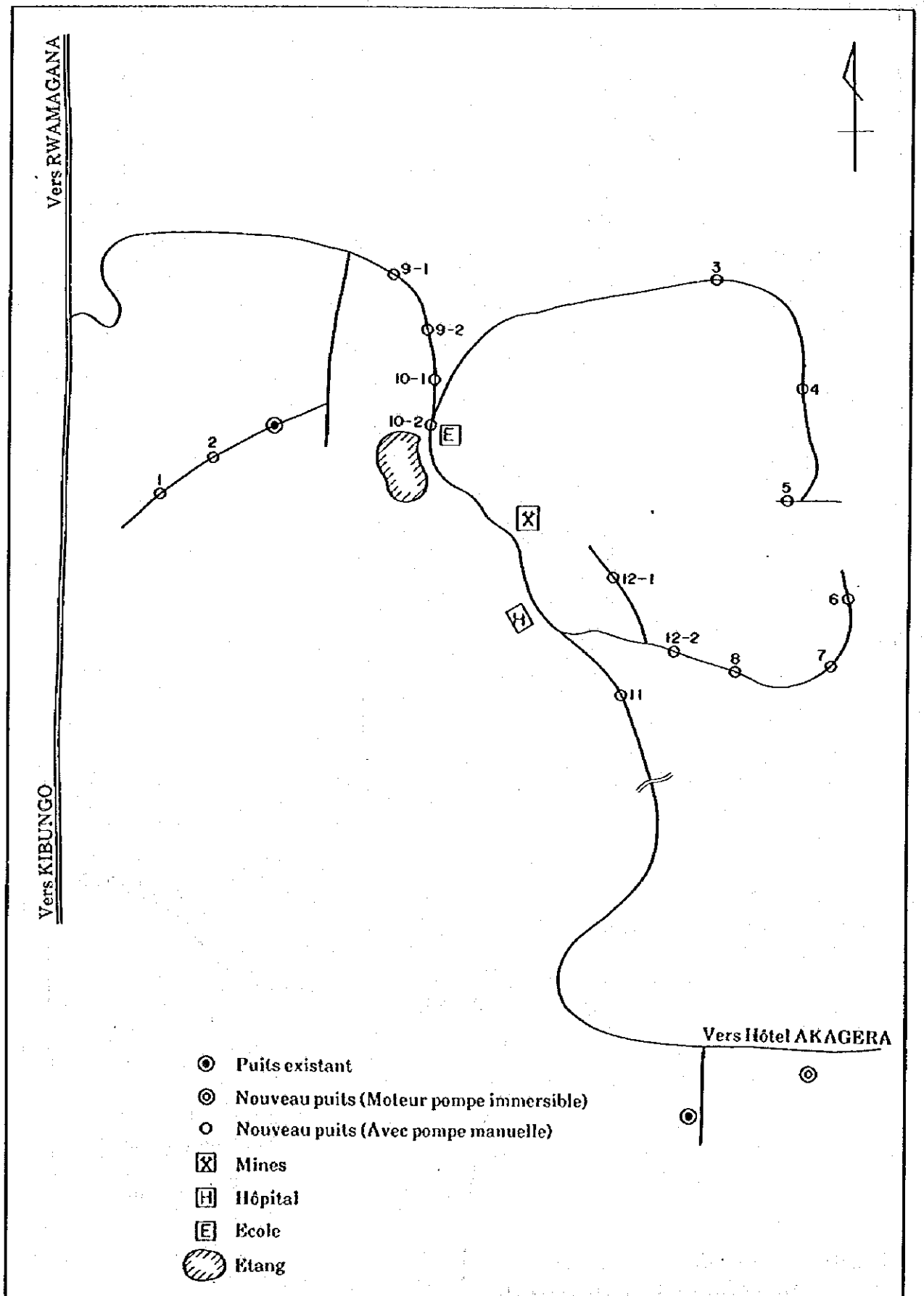


Figure 4:17 (1/3) Carte de répartition des puits Zone I, II

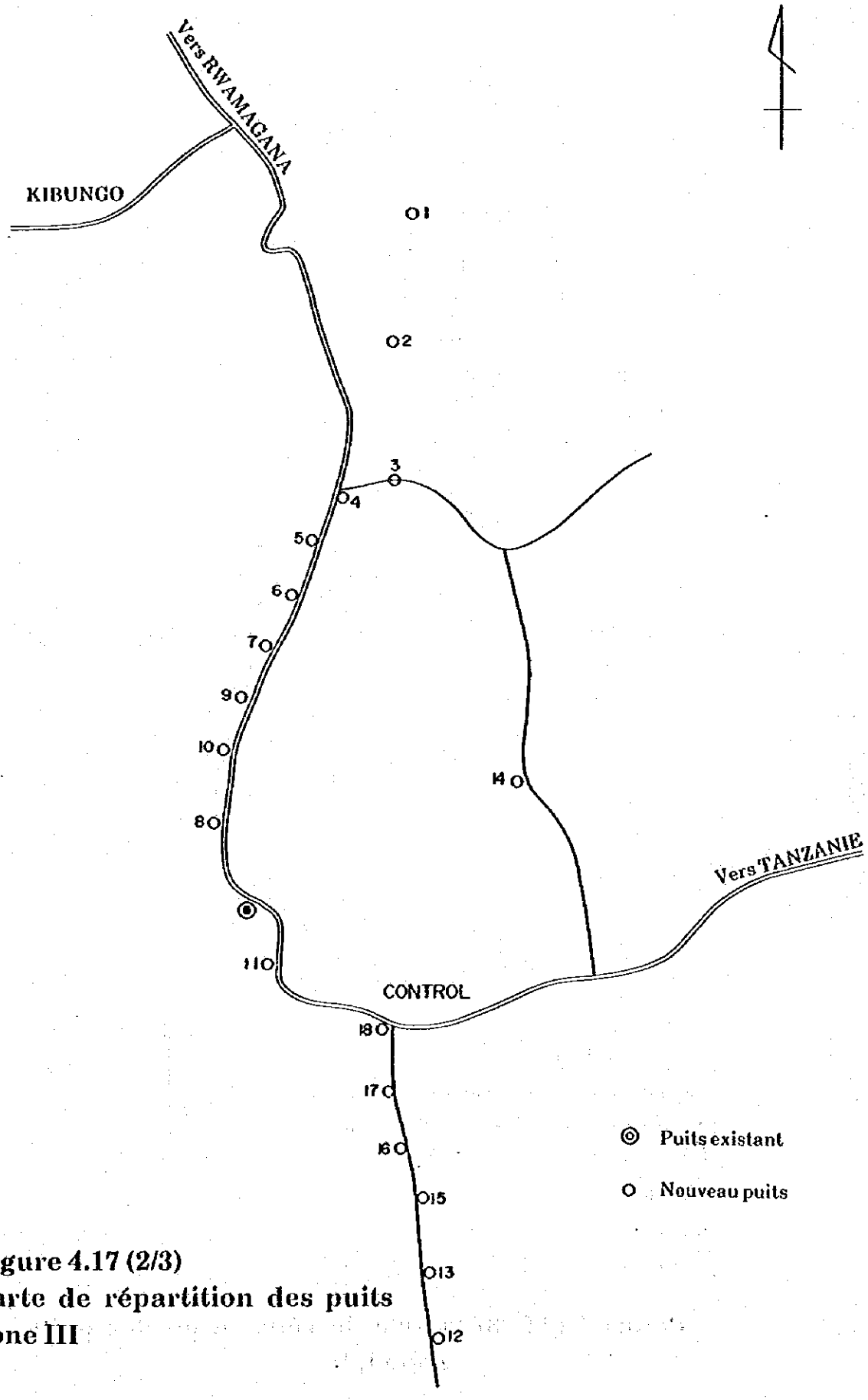


Figure 4.17 (2/3)
Carte de répartition des puits
Zone III

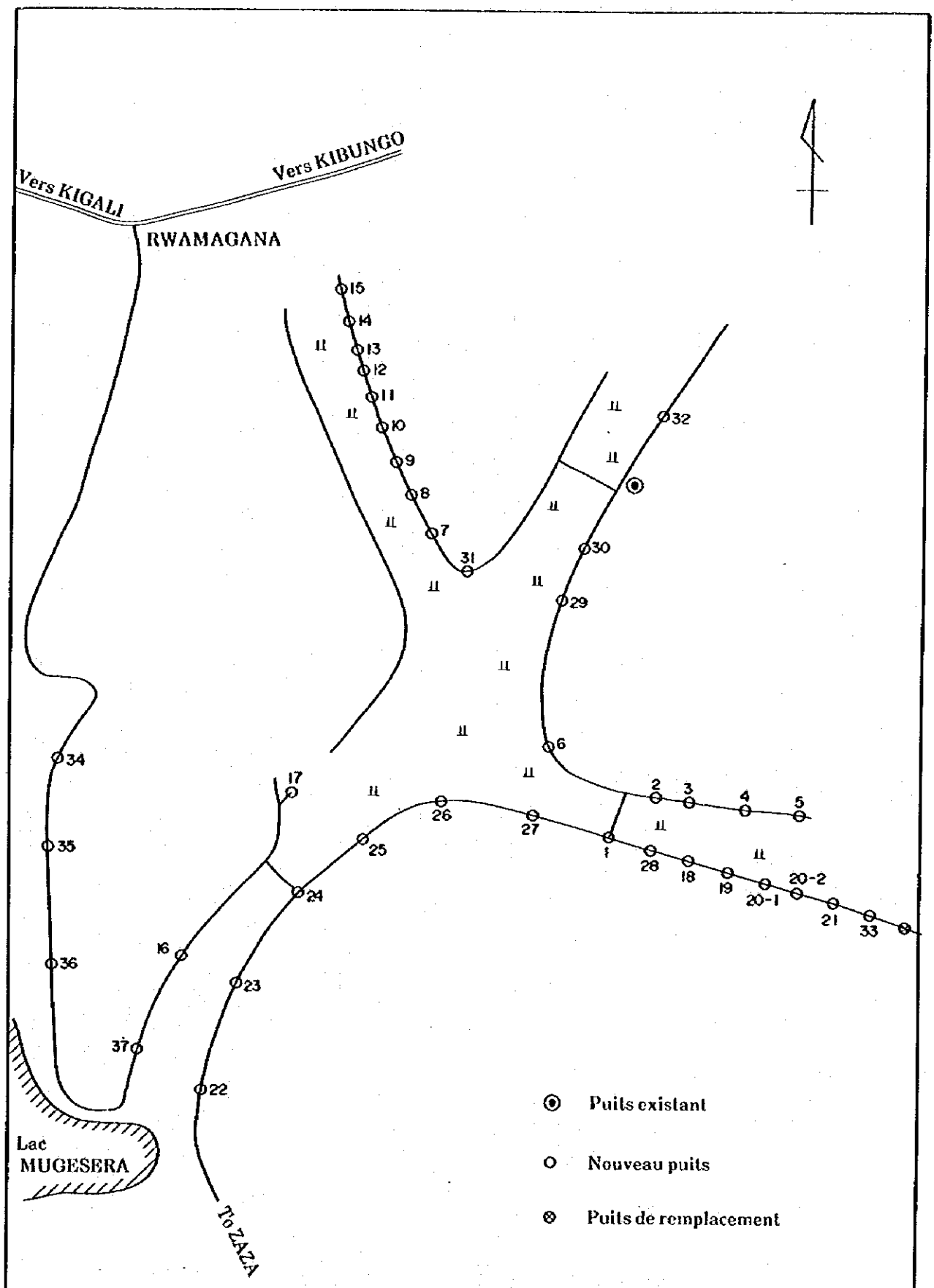


Figure 4.17 (3/3) Carte de répartition des puits Zone IV

JICA