

(3) Service de conseil technique

- 1) Préparation du plan détaillé et des dossiers d'appel d'offres pour les travaux de construction et la fourniture des équipements, tous les deux objets du présent projet
- 2) Exécution d'appel d'offres par procuration de la REGIDESO, et la préparation d'un rapport sur l'évaluation des soumissions.
- 3) Assistance et conseil à la négociation entre la partie zaïroise et l'adjudicateur après le dépouillement.
- 4) Supervision des travaux de construction et des équipements, tous les deux objets du présent projet
- 5) Autres services relatifs

6-4 Plan d'approvisionnement des équipements, des matériels et des matériaux

Les équipements, les matériels et les matériaux du présent projet devront être en principe de fabrication japonaise ou zaïroise, et seront fournis par une entreprise japonaise. La supervision des travaux de fourniture sera assurée par un consultant de nationalité japonaise.

Les équipements et les matériels principaux seront probablement approvisionnés au Japon, mais les produits primaires et secondaires tels que le ciment, les graviers, sables et parpaing, seront approvisionnés au Zaïre, étant donné du fait que des produits de bonne qualité y sont disponibles.

L'approvisionnement des produits à partir d'autres pays est aussi possible dans le cas énuméré ci-après. Mais dans le présent projet, on exclut cette possibilité, en raison des délais très courts admissibles pour la manufacture et la livraison des produits.

- (1) Lorsque ces produits sont nettement moins chers que les produits japonais, et dont la qualité et la capacité sont convenables.
- (2) Lorsque ces produits sont plus faciles à exploiter et entretenir et que les services après ventes sont convenables.
- (3) Lorsque le fournisseur de ces produits a une agence au Japon et qu'il peut assurer la maintenance et les services nécessaires.

6-5 Programme de réalisation du projet

Le présent projet commence à l'issue de l'Echange de Notes (E/N) entre les Gouvernements Zaïrois et Japonais concernant la coopération financière non-remboursable du présent projet.

- (1) Etude détaillée et dossiers d'appel d'offres

Dès que l'Echange de Notes sera effectué, la REGIDESO conclura un contrat de service d'assistance technique avec un consultant de nationalité japonaise. Suivant ce contrat, le consultant effectuera l'étude détaillée et élaborera le dossier d'appel d'offres relatif à la fourniture des équipements, des matériels et des matériaux ainsi que les travaux de construction.

- (2) Appel d'offres

Après la vérification du contrat de service d'assistance par les deux Gouvernements, le consultant effectuera l'appel d'offres au Japon ou au Zaïre, par procuration. Après l'ouverture des plis, le consultant effectuera l'évaluation des soumissions, fera une recommandation à la REGIDESO sur

l'adjudicataire, et assistera et donnera des conseils à la négociation de contrat entre l'entreprise et la REGIDESO. La période nécessaire entre l'E/N et le contrat d'entreprise est prévue à 3,5 mois.

(3) Approvisionnement des produits

Dès l'accomplissement du contrat, l'entreprise effectuera la commande et l'approvisionnement des équipements, des matériels et des matériaux, objet de don, qui nécessitera une période prévue à 4 mois. Il faut compter 2 mois en plus pour le transport maritime et terrestre de ces équipements.

La période de fabrication des équipements, des matériels et des matériaux nécessaires pour les travaux est de 4 mois au total, mais la majorité de ceux-ci seront expédiés du Japon en 2 mois qui suivent le contrat. Le transport nécessitant 2 mois, les travaux de pose commenceront à peu près 4 mois après le contrat.

(4) Exécution des travaux

Le présent projet sera effectué en 2 phases. Les travaux de la première phase comprennent l'ensemble de Kimpese à l'exception du quartier CINAT et IME. Les travaux de la deuxième phase concernent le reste de Kimpese et l'ensemble de la zone de Lukala. Les périodes d'exécution des travaux de ces 2 phases sont prévues chacune à 15 mois.

Les travaux de construction commenceront par la station de pompage et le bureau de la REGIDESO. Etant donné la difficulté de louer au Zaïre les machineries de construction nécessaires à ces travaux elles seront envoyées du Japon dès la conclusion du contrat.

Durant ces travaux, les essais de mise en pression seront faits pour les conduites déjà posées.

Parallèlement aux travaux de pose effectués par la partie japonaise, les travaux de connexion des réseaux tertiaires seront faits par la partie zaïroise.

(5) Essai d'opération et remise

L'ensemble des travaux de construction à la charge de la partie japonaise durera 11 mois, et au cours des 0,5 mois qui suivent, seront effectués les épreuves de fuites, l'essai d'opération, les examens finaux, etc., et la remise officielle à la partie zaïroise.

6-6 Plan d'exploitation et gestion

6-6-1 Organisation de l'exploitation et de la gestion

A l'achèvement de la construction, l'ensemble des installations et des pièces détachées seront remises à la partie zaïroise, qui prendra toute responsabilité pour l'exploitation et la gestion. Celles-ci seront assurées par le renforcement de la station régionale de Kimpese dont la section en charge de Kimpese et celle de Lukala vont exécuter l'exploitation et la gestion indépendamment et avec la collaboration mutuelle. L'organisation, illustrée à la Figure 4-1 sera comme suit:

	Kimpese			Lukala			total général
	exis- tant	nou- veau	total	exis- tant	nou- veau	total	
- chef de station	1	-	1	-	-	-	1
- chargé de la re- lation publique	1	-	1	-	-	-	1
- chargé de l'en- retien des captages	1	-	1	-	1	1	2
- chargé de l'en- retien des canalisations	2	-	2	-	2	2	4
- chargé de l'en- retien des équipements mécaniques et électriques	6	-	6	-	6	6	12
- responsables des abonnés (releveur- facturier)	3	-	3	-	2	2	5
- comptable/ secrétaire	1	-	1	-	-	-	1
- chauffeur	-	2	2	-	-	-	2
- garde	1	-	1	-	1	1	2
Total	16	2	18	0	12	12	30

6-6-2 Equipements tertiaires

Il y a deux types de branchements soit, les branchements particuliers et les bornes fontaines. Ces premiers seront gérés et entretenus par les particuliers. En ce qui concerne les borne-fontaines, le délégué du groupe d'utilisateurs prendra la

responsabilité pour la gestion et l'entretien. Les utilisateurs seront responsables des installations, soit, la vanne d'arrêt, le compteur et le robinet. Les coûts de réparation et/ou remplacement sont à la charge des bénéficiaires, quand les installations arrêtent de fonctionner à cause de décrépidité, d'accidents, de vandalisme, de vol, etc.

6-5-3 Coûts d'exploitation et gestion

Les coûts approximatifs d'exploitation et de gestion qui seront couverts par les ventes réalisées par la REGIDESO, sont comme mentionnés ci-après. La réparation, assurée par le personnel des stations de Kimpese et de Lukala, ne sont pas incluse dans l'estimation. Les équipements de réparation et les pièces détachées nécessaires pour 2 ans d'exploitation, objet de don, ne sont également pas pris en compte. L'estimation a été faite suivant les prix actuels (mars 1987) et l'inflation n'est pas prise en compte. Les coûts d'approvisionnement des équipements de réparation et de pièces détachées à partir de la troisième année seront assurés par la subvention gouvernementale. Les coûts nécessaires pour l'inspection périodique des installations sont inclus dans les coûts d'utilisation des véhicules.

1)	coût du personnel	12.070.000 Z/an
2)	coût des produits	
	chimiques (pittchlore)	650.400 Z/an
3)	coûts d'électricité	1.647.000 Z/an
4)	coûts d'utilisation et	
	entretien des véhicules	697.800 Z/an
5)	dépenses ordinaires	
	(10% de 1) à 4))	1.506.600 Z/an
	total	16.572.600 Z/an

Les détails des coûts sont donnés dans l'annexe A-9.

Figure 6-1 Programme de réalisation du Projet (Phase I)

désignation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Echange de Notes	▽																						
Contrat de Consultant	▽																						
Etudes détaillées (y compris dossiers d'appel d'offres)		—																					
Appel d'offres, négociation de contrat, contrat de construction			—	▽																			
Fabrication et approvisionnement des équipements, matériels et matériaux					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Transport maritime					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Construction de captage, réservoir de distribution et bureau								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Construction de conduite de refoulement et de réseaux de distribution												—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Essai d'opération, examen, livraison																▽							
Remise des équipements, matériels et matériaux										—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Travaux de connection des équipements tertiaires (à la charge de la partie zairoise)																				—	—	—	—

Figure 6-2 Programme de réalisation de Projet (Phase II)

mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
désignation																							
Echange de Notes	▽																						
Contrat de Consultant	▽																						
Etudes détaillées (y compris dossiers d'appel d'offres)		—																					
Appel d'offres, négociation de contrat, contrat de Construction				▽																			
Fabrication et approvisionnement des équipements, matériels et matériaux						—																	
Transport maritime								—															
Construction de captage, bache de collecte et de distribution, bureau, etc.									—														
Construction de conduites d'adduction de refoulement et réseaux de distribution										—													
Essai d'opération, examen, livraison																					▽		
Remise des équipements, matériels et matériaux																							
Travaux de connection des équipements tertiaires (à la charge de la partie zairoise)																						—	

CHAPITRE 7. EVALUATION DU PROJET

Le Bas-Zaïre qui encadre les cités de Kimpese et de Lukala est la région du Zaïre la plus importante qui relie la capitale Kinshasa et Matadi, l'unique port commercial du Zaïre. L'importance du développement de la région est de ce fait prioritaire, et dans le plan quinquennal d'investissement de la RECIDESO, au projet d'alimentation en eau potable de Kimpese est accordée une haute priorité. Comme projet similaire de plus haute priorité, la réhabilitation et l'extension des installations AEP de la ville de Mbanza-Ngungu de la région du Bas-Zaïre a fait objet de la coopération financière non-remboursable du Gouvernement Japonais, et les travaux ont été récemment accomplis. Il s'ensuit que la réalisation de ce type de projet a pour effet, non seulement le développement de l'AEP, mais aussi une amélioration des situations socio-économiques.

Quant à Lukala, zone actuellement non-équipée de système AEP, les effets d'amélioration de la vie de la population seront particulièrement grands.

Le Bas-Zaïre est la région du Zaïre dont l'arrivée des réfugiés angolais est importante, et de ce phénomène est particulièrement notable dans les cités de Kimpese et de Lukala. L'aménagement des installations AEP de telles zones est urgent pour l'amélioration de la vie de la population.

Les avantages prévus à l'issue de la réalisation du présent projet sont les suivants:

(1) Effets et avantages

- 1) Le nombre de réfugiés angolais a récemment augmenté jusqu'à représenter le tiers de la population, et de ce fait la capacité des installations d'approvisionnement en eau potable ne permet de fournir des eaux saines aux habitants à

Kimpese, et les ressources en eau sont devenues quantitativement et qualitativement insuffisantes à Lukala, actuellement non-équipé de système AEP.

L'amélioration de cette situation est une affaire urgente pour satisfaire les besoins fondamentaux de la vie de la population.

- 2) La réhabilitation et l'extension du système AEP de Kimpese permettra d'élever le taux actuel de desserte actuel de 30% (de la population de 27.500 habitants), à 100% soit 43.300 personnes jusqu'à l'année de référence 1998, et de les alimenter en eau qualitativement et quantitativement suffisante.
- 3) A Lukala, les ressources d'eau actuellement utilisées sont les eaux de surface dont la qualité est problématique, la borne-fontaine de la CIZA, et les sources éloignées de la cité. A l'issue de la réalisation du présent projet, la population pourra aisément obtenir de l'eau potable qualitativement et quantitativement suffisante tout le long de l'année. Ceci réduira la corvée de puisage de l'eau, ce qui permettra aux femmes de se concentrer aux travaux de ménage et aux autres activités productives et de promouvoir le développement socio-économique de la région.
- 4) Une fourniture suffisante d'eau saine permettra de réduire les maladies d'origine hydrique. En 1985, les cas de dysenterie amibienne et de schistosomiase étaient respectivement de 1.108 et 1.282, ce qui représente au total 9% de la population.

(2) Justification

1) Justification technique

La REGIDESO a plus de 20 ans d'expériences dans le domaines de

l'aménagement des AEP, pour leurs études, dessin et réalisation. Bien que plusieurs projets ont été réalisés avec d'assistance financière et technique extérieure, beaucoup ont été faits par les propres études et les travaux de la REGIDESO. Elle a eu l'occasion de connaître le niveau technologique du Japon au cours de l'exécution du projet de Mbanza Ngungu, projet de coopération financière non-remboursable du Gouvernement Japonais. Le présent plan de base est le résultat de l'examen par la mission d'étude de plan de base de l'étude préliminaire élaborée par la REGIDESO, et des études sur place, et des délibérations techniques avec la partie zaïroise. Le niveau technique de la REGIDESO est jugé suffisamment élevé pour la mise en oeuvre du projet.

2) Justification économique

L'évaluation économique des projets de coopération financière non-remboursable est différente des projets remboursables. L'évaluation économique des 10 ans du projet, sans tenir compte des investissements initiaux de la partie japonaise, serait comme mentionnée ci-après. Pour l'évaluation, la longévité des équipements tels que pompes a été estimée à 6 ans. Les prix et les coûts de personnel ont été calculés sur les prix actuels, car leur augmentation est considérée comme égale à celle des prix de vente des eaux.

a) Revenu

a-1) débit de distribution

(Kimpese + Lukala)

besoin domestique:	$1.354 + 619 = 1.973 \text{ m}^3/\text{jour}$
besoin commun:	$224 + 127 = 346 \text{ m}^3/\text{jour}$
besoin public:	$2.237 + 16 = 2.253 \text{ m}^3/\text{jour}$

a-2) redevance par branchement

- nombre de branchements domestiques (Kimpese + Lukala): 1.190 + 550 = 1.740 pces

débit moyen: $1.973 \text{ m}^3 / 1.740 \text{ pces} \times 30 \text{ j} = 34 \text{ m}^3 / \text{mois}$

soit 216Z (se référer au tableau de prix, Section 2-5-2)

redevance des ménages: $216Z \times 1.740 \text{ pces} = 375.840Z$

- nombre de branchements communs (Kimpese + Lukala): 18 + 9 = 27 pces

débit moyen: $346 \text{ m}^3 / 27 \text{ pces} \times 30 \text{ j} = 384 \text{ m}^3 / \text{mois}$

soit 1,920Z (se référer au tableau de prix, Section 2-5-2)

redevance des besoins communs: $1.920Z \times 27 \text{ pces} = 51.840Z$

- redevance des besoins publics:

$2.253 \text{ m}^3 \times 30 \text{ j} \times 20,5Z = 1.385.595Z$

a-3) revenu

revenu total $(375.840 + 51.840 + 1.385.595) \times 12 \text{ mois}$

$= 21.795.300 \text{ Z/an} \dots\dots\dots 1998$

total 1987 - 1998 = $21.795.300 \times 8,57 = 186.477.200Z$

b) frais d'exploitation et de gestion (à se référer au chapitre 6, 6-6) = 165.726.000 Z/10 ans

revenu (a) = 186.477.200Z

total des coûts (b) = 165.726.000Z

Les redevances étant plus élevées que les coûts d'exploitation et de gestion, le projet est rentable.

3) Justification de la gestion

En ce qui concerne l'exploitation et la gestion des installations existantes, vu la disposition du personnel, le manque de pièces détachées, l'état d'entretien des équipements, les moyens inefficaces de communication, l'on ne peut pas juger que la gestion actuelle soit efficace.

La mission a eu plusieurs délibérations avec la REGIDESO, suivant lesquelles les prises de mesures suivantes ont été planifiées :

En ce qui concerne le personnel, un chef de station sera en poste à la station de Kimpese qui gèrera les installations de Kimpese et de Lukala, et effectuera une gestion efficace de l'atelier et des véhicules.

Pour faire face aux arrêts des équipements dûs au manque de matériaux tels que tuyaux de distribution et prise d'eau, etc., des équipements et des matériels de réserve ainsi que des pièces détachées seront fournis.

Pour mener une exploitation efficace des stations dont les infrastructures ne sont pas suffisamment aménagées, des véhicules et des équipements de radio seront fournis.

En ce qui concerne l'opération, le transfert de technique sera fait à l'occasion des opérations d'essai prévues à l'issue de la réalisation du projet.

Il s'ensuit que les problèmes d'exploitation et de gestion actuellement existant seront résolus à l'issue de la réalisation du projet, et de ce fait, du point de vue de la gestion, il est également jugé approprié d'exécuter le présent projet.

CHAPITRE 8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

8-1 Conclusion

Suivant les études sur site, les délibérations avec la REGIDESO, l'élaboration du plan de base, l'on est amené à la conclusion suivante:

Les installations AEP existantes de Kimpese étant créées dans les années 70, les décrépitudes en sont notables et ne peuvent satisfaire les besoins de la population en augmentation. Cette augmentation de la population est due principalement à l'arrivée des réfugiés angolais qui représentent actuellement le tiers de la population de la zone du projet. De ce fait, le taux de desserte des installations existantes a diminué jusqu'à 30%, ce qui a aggravé les conditions de vie des habitants. Ces situations actuelles de l'AEP seront améliorées par le présent projet de réhabilitation et d'extension des installations de Kimpese qui vise un taux de desserte de 100% à l'horizon 1998.

Lukala n'est actuellement pas équipé de système AEP. La population utilise actuellement comme ressource en eau, les eaux de surface, des puits et des sources éloignées, et la borne-fontaine de la CIZA. L'augmentation de la population, due à l'arrivée des réfugiés angolais, est importante comme à Kimpese, ce qui a diminué la disponibilité des eaux, et aggravé les conditions de la vie de la population. La création des nouvelles installations, conçues à l'horizon 1998, permettra d'améliorer radicalement la situation actuelle.

Les maladies d'origine hydriques sont fréquentes à Kimpese et Lukala. Ceci est dû particulièrement à la consommation des eaux de surface et des eaux de puits polluées. Les cas de schistosomiase et de dysenterie amibienne sont particulièrement nombreux, notamment à Kimpese où ils affectent 9% de la population. La qualité des eaux des sources

de calcaire qui constitueront les ressources du présent projet n'ayant aucun problème pour la consommation, l'approvisionnement de ces eaux permettra l'amélioration des situations hygiénique de la population.

Vu ce qui est mentionné ci-dessus, la réalisation du présent projet est une affaire d'urgence, et il est par conséquent suffisamment approprié d'effectuer, dans le cadre du système de la coopération financière non-remboursable du Gouvernement Japonais, la construction des installations d'AEP, la fourniture des équipements et des matériels, le transfert des techniques de construction, la surveillance des travaux et de l'exploitation et de la gestion, du projet d'alimentation en eau potable de Kimpese et de Lukala.

8-2 Recommandation

L'exploitation et la gestion des installations d'alimentation en eau dont la réalisation sera faite à l'horizon 1998 devront être faites en y apportant les précautions suivantes:

La source de Kimpese constituera la ressource du système AEP de Kimpese. Un ouvrage de protection de cette source est conçu dans le plan du projet. Cette source étant actuellement utilisée par la population, pour la lessive et le lavage des maniocs, les habitants ayant les droits acquis continueront probablement à utiliser les eaux, ce qui pourrait éventuellement devenir cause de pollution. Pour prévenir ceci, la REGIDESO devra donner des instructions et directives aux habitants pour qu'ils utilisent les eaux plus en aval.

Le débit de la source a été mesuré par la mission. Cette mesure a été effectuée en période pluvieuse et l'estimation du débit en période sèche a été faite en le supposant à 60% de celui en période pluvieuse. Il est toutefois nécessaire de reconfirmer ce chiffre en effectuant une observation sur place. La REGIDESO devra également effectuer des mesures régulières des débits en période pluvieuse et en période sèche, et examiner la corrélation de la pluviométrie et du débit.

La ressource d'eau du système AEP de Lukala est les eaux souterraines des nappes de fissures et de cavités du calcaire. L'estimation précise du volume des eaux souterraines nécessite des années d'observation. Il est donc nécessaire d'effectuer des études sur la situation d'utilisation des forages, le débit de pompage, la durée continue de pompage, le niveau d'eau de pompage, et de les enregistrer comme rapport journalier, et d'en effectuer les analyses.

La population desservie du présent projet a été estimée suivant le taux d'augmentation de la population de Songololo. Il est donc nécessaire de saisir l'évolution future de la population y compris le nombre de réfugiés pour les projets futurs.

En ce qui concerne les prises d'eau domestiques, il y a les branchements particuliers, les branchements voisins et les bornes fontaines, mais leur critère d'installation n'est pas précisément déterminé. Pour effectuer une exploitation efficace, il est indispensable de saisir le débit de consommation de chaque branchement et de déterminer un critère.

En ce qui concerne la gestion de la qualité des eaux, il est nécessaire d'observer régulièrement le chlore résiduel à la fin de chaque réseau de distribution, et d'élaborer un critère de gestion hygiénique.

En ce qui concerne les compteurs des eaux, il est considéré que leur précision commence à baisser après 10 ans d'utilisation. Il est par conséquent nécessaire que la REGIDESO organise les vérifications des compteurs, les réparations et la gestion des parties motrices, et d'autres pièces détachées.

En ce qui concerne l'exploitation et la gestion des installations, le transfert des techniques sera fait par l'entreprise à la REGIDESO, à l'occasion de l'opération d'essai. Mais il est également nécessaire que les stations de la REGIDESO donnent des instructions à la population sur le mode d'emploi et sur la précaution des prises et des branchements pour minimiser les dégâts et les pannes.

La quantité des pièces détachées et des équipements de réserve fournies dans le cadre du projet est limitée. En vue de l'utilisation efficace des installations, il importe qu'il y ait une voie d'acquisition pour un approvisionnement régulier des pièces détachées et des matériels de réserve, et le budget des frais d'équipement (subvention d'Etat) pour achat de pièces détachées doit être assuré.

A N N E X E

ANNEXE

Tables des matières

	page
A-1. Composition de la mission d'étude de plan de base	a-1
A-2. Programme de la mission.....	a-2
A-3. Liste d'agences visitées et personnes rencontrées	a-5
A-4. Procès-verbaux	a-7
A-4-1 Procès Verbal à temps d'étude sur place.....	a-7
A-4-2 Procès Verbal à temps d'explication du projet du rapport final	a-14
A-5. Liste des documentations et renseignements recueillis	a-17
A-6. Données relatives au plan	a-19
A-6-1 Examen des variantes du système AEP de Kimpese	a-19
A-6-2 Calcul d'élévation totale des pompes	a-22
A-6-3 Calcul de puissance de pompes	a-27
A-6-4 Liste de comparaison des caractéristiques des différents types de tuyaux	a-32
A-6-5 Calcul de réseaux réticulaire	a-35
A-6-6 Calcul de structure de réservoir surélevé	a-46
A-7. Détails des coûts d'exploitation et d'entretien	a-54
A-8. Coûts à la charge de la partie zaïroise	a-59
A-9. Coupes géologique des source-forages	a-62
A-10. Résultats d'essais de pompage des forages à Lukala	a-64

A-1 Composition de la mission d'étude de plan de base

(1) A temps de l'étude sur place

- Chef de mission M.HAYASHI Yoshimasa Directeur des Eaux de la Préfecture de Osaka
- Coordinateur du Projet M.MATSUNAGA Ryuji Division des études de plan de base, Direction du plan et étude de la coopération financière non-remboursable, Agence Japonaise de Coopération Internationale
- Plan d'alimentation en eau/ hydro-géologie M.ANDO Hisao Sanyu Consultants Inc.
- Etude des installations M.NAOTSUKA Akira -ditto-
- Etude de génie civil M.MUTA Kazuki -ditto-
- Interprétariat M.KAJIWARA Yasuhiko -ditto-

(2) A temps de l'explication du projet du rapport final

- Chef de mission M.NAKAMURA Yoshikatsu Division des études de plan de base, Direction du plan et étude de la coopération financière non-remboursable, Agence Japonaise de Coopération Internationale
- Plan d'alimentation en eau/ hydro-géologie M. ANDO Hisao Sanyu Consultants Inc.
- Etude de génie civil M. MUTA Kazuki -ditto-

A-2 Programme de la mission

(1) Programme à temps de l'étude sur place (1987)

- 8 fev. (dim.) départ du Japon;
- 9 fev. (lun.) arrivée à Zürich;
- 10 fev. (mar.) départ Zürich, arrivée à Kinshasa;
- 11 fev. (mer.) visite de courtoisie à l'Ambassade du Japon;
visite de courtoisie et délibération avec la REGIDESO;
- 12 fev. (jeu.) délibération avec la REGIDESO;
- 13 fev. (ven.) " "
- 14 fev. (sam.) à Kimpese et Lukala (accompagné de M.Izawa, ler secrétaire
de l'Ambassade du Japon);
- 15 fev. (dim.) étude sur place des sites de Kimpese et Lukala;
- 16 fev. (lun.) à Kinshasa, après délibération sur les études effectuées;
(M.Naotsuka et M.Muta restent sur site jusqu'au 28 fev.)
- 17 fev. (mar.) visite de courtoisie au Commissaire d'Etat des
Mines et Energie; délibération avec la
REGIDESO sur le
procès-verbal; prospection des réseaux
de distribution de Kimpese;
- 18 fev. (mer.) signature du procès-verbal; rapport à l'Ambassade du
Japon du contenu du
procès-verbal; départ pour le Japon de
M.Hayashi et M.Matsunaga; prospection des réseaux
de distribution de Kimpese;
- 19 fev. (jeu.) départ pour Kimpese/Lukala
de M.Ando et M.Kajiwara; prospection des réseaux
de distribution de Kimpese;
- 20 fev. (ven.) étude de la source de
Kimuana préparation des
prospections géoélectrique;

- 21 fev. (sam.) étude de la source de Lukala prospection des réseaux
visite à la CIZA de distribution de Lukala;
étude des sources
- 22 fev. (dim.) visite à Matadi pour étude des conditions du port de
débarquement des matériels et celle des routes
- 23 fev. (lun.) prospection prospection du système AEP
géoélectrique; existant de Boma;
- 24 fev. (mar.) prospection prospection des réseaux
géoélectrique; de distribution de Lukala;
- 25 fev. (mer.) prospection prospection des réseaux
géoélectrique; de distribution de Lukala;
- 26 fev. (jeu.) observation du débit étude du réservoir existant
de la source de Kimuana de Kimpese;
- 27 fev. (ven.) observation du débit de étude des réseaux de
la source de Lukala distribution existants
de Kimpese;
- 28 fev. (sam.) étude des situations du système AEP de Mbanza Ngungu
départ pour Kinsahasa
- 1 mars (dim.) mise en ordre des documentations recueillies;
élaboration du plan de conception de Kimpese
- 2 mars (lun.) délibération sur la spécification des forages de Lukala
- 3 mars (mar.) recueil de renseignements; visite des entreprises de
construction; élaboration du plan de conception de Lukala
- 4 mars (mer.) rapport du résultat des études sur place à l'Ambassadeur
du Japon; élaboration du tableau de comparaison des
variantes; délibération avec la SNEL
- 5 mars (jeu.) visite du bureau UNHCR;
délibération concernant les travaux à la charges de la
REGIDESO
- 6 mars (ven.) délibération avec la REGIDESO quant au résultat de
l'étude sur site
- 7 mars (sam.) rapport à l'Ambassade des grandes lignes du plan de base
du Projet
- 8 mars (dim.) visite de l'usine et du captage de Kinshasa

9 mars (lun.) recueil de renseignements à la REGIDESO;
départ de Kinshasa
10 mars (mar.) arrivée à Copenhage
11 mars (mer.) départ Copenhage
12 mars (jeu.) arrivée à Tokyo

(2) Programme à temps de l'explication du projet du rapport final
(1987)

15 mai (ven.) départ du Japon
16 mai (sam.) arrivée à Paris
17 mai (dim.) départ de Paris, Arrivée à Kinshasa
18 mai (lun.) visite de courtoisie à l'ambassade du Japon.
Présentation du rapport et délibération avec la REGIDESO
19 mai (mar.) Etude sur place au site de sondage à Lukala. Visite à
la zone de Kimpese
20 mai (mer.) Délibération entre les membres de la mission
21 mai (jeu.) Délibération sur le rapport et sur le procès-verbal avec
la REGIDESO
22 mai (ven.) Signature du procès-verbal
23 mai (sam.) Visite de l'unine AEP de Maluku. Départ de Kinshasa
24 mai (dim.) Arrivée à Helsinki
25 mai (lun.) Départ de Helsinki
26 mai (mar.) Arrivée à Tokyo

A-3 Liste d'agences visitées et personnes rencontrées

nom	agence et position
<u>REGIDESO siège</u>	
Citoyen Tshlongo	Président Délégué Général, REGIDESO
M. Fernandes	Conseiller Principal
Citoyen Ngamboma	Dept. Tech. & du Devel
Citoyen Engau	Dir. Tech. Nouveaux Centres
Citoyen Tshimanga	Dir. Tech. Centres en Exploit
Citoyen Malolo	Dir. Travaux en Reg.
Citoyen Bujakera	Dir. CEMDAEP
Citoyen Mbuyi	Dir. Finance
Citoyen Masek	Dir. Audit & Organ.
Citoyen Bongungu	Dir. Planif. & Eval.
Citoyen Kadima	CNAEA
Citoyen Ileo Itambala	Commissaire d'état des mines et énergie
<u>Homologues REGIDESO</u>	
Citoyen Luvunga	Sous-Dir. Chef de Division Ingénierie
Citoyen Mulonda	Hydrogéologue, CEMDAP
<u>Matadi, REGIDESO</u>	
Matadi Matungulu	Dir. Regional, Matadi
Matadi Kif-Kifinamene	Chef. de Sec. de Usine

Mbanza Ngungu

Citoyen Mbenza

Dir. Reginoal

Citoyen Inbondo

Ingénieur électricien, CEMDAP

Citoyen Kambaja

Chef de Dept. Production, CIZA

Citoyen Watumo

Chef de la Collectivité de Kimpese

Citoyen Nzuzi

Chef de Localité Lukala

Citoyen Kitemoko

Membre de Bureau Politique Honoraire
Commissaire du Peuple

Autres agences

M. Jean-Pierre Dujacquier

Ingenieur Résident, SOZAGEC

M. Mancini Spartaco Mario

Dir. Dept. Forages, SOTRAF

M. Assane Samb

Répresentative Régional, UNHCR
Regional Agence pour Centre Africa

M. A. Sultan Khan

Programme Officer, UNHCR

M. Nbidikiye Bihame

Responsable des Grands projets
SNEL/KINSHASA

A-4. Procès Verbaux

A-4-1 Procès Verbaux à temps d'étude sur place

PROCES-VERBAL
RELATIF AU
PROJET D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DE
KIMPESE-LUKALA
EN REPUBLIQUE DU ZAIRE

En réponse à la demande du Conseil Exécutif de la République du Zaïre, le Gouvernement du Japon a décidé d'effectuer un plan de base du projet d'alimentation en eau potable de KIMPESE-LUKALA et a envoyé au Zaïre une mission d'étude de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) dirigée par Monsieur Yoshimasa HAYASHI, Direction des Eaux de la Préfecture d'Osaka, du 8 février au 12 mars 1987.

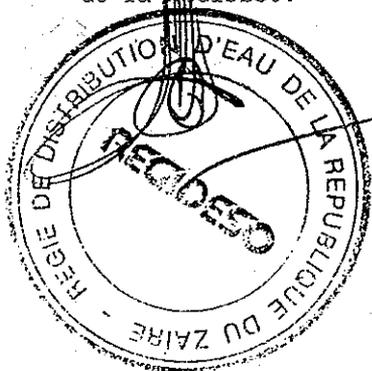
La mission a eu une série de discussions avec les personnes intéressées du Conseil Exécutif de la République du Zaïre, représenté par Citoyen TSHIONGO TSHIBINKUBULA wa TUMBA, Président Délégué Général de la REGIDESO, et a effectué une étude sur terrain à Kimpese et Lukala.

Suite aux études effectuées, les deux parties ont convenu de recommander au Conseil Exécutif de la République du Zaïre et au Gouvernement du Japon d'examiner les points d'accords principaux, présentés ci-joints, en vue de la réalisation du projet.

Fait à Kinshasa, le 18 février 1987

TSHIONGO TSHIBINKUBULA wa TUMBA,
Président Délégué Général
de la REGIDESO.

Yoshimasa HAYASHI,
Chef de Mission,
JICA.



Y. Hayashi

1. L'objectif du projet consiste à aménager les installations d'alimentation en eau potable des villes de KIMPESE et LUKALA, situées dans la région du Bas-Zaïre, dans l'ouest de la République du Zaïre, en vue de l'amélioration des situations d'approvisionnement en eau potable.
2. Les zones d'intervention du projet sont KIMPESE et LUKALA. (Le plan de situation est attaché en annexe.)
3. Le projet a été présenté comme suit par la partie zaïroise:
 - 1) Le projet entre dans le cadre d'une part du septennat du social de la République du Zaïre et d'autre part du plan décennal de développement de l'alimentation en eau potable de la REGIDESO et sera effectué à l'horizon 1998.
 - 2) Aménagement de l'installation de l'alimentation en eau potable de la ville de KIMPESE
 - a. La ressource de KIMUANA constituera la ressource du présent projet. Des équipements de prévention de contamination des eaux seront installés.
 - b. Pour prévenir l'augmentation future de la demande en eau potable, des prospections des ressources seront effectuées.
 - c. Pour l'aménagement des installations de refoulement, seront nouvellement introduits:
 - 6 pompes de refoulement
 - 6 moteurs
 - des équipements accessoires.
 - d. Pour l'aménagement des installations de distribution, seront nouvellement créés:
 - réservoir de distribution
 - conduites de distribution
 - branchements.
 - e. Equipement de gestion:
 - construction du bureau d'administration.
 - f. Véhicules d'exploitation.
 - 3) Aménagement de l'installation de l'alimentation en eau potable de la ville de LUKALA
 - a. Création de ressources
 - création de 3 forages et pompes ainsi que des équipements pour la maintenance de la qualité de l'eau.
 - b. Pour l'aménagement des installations de refoulement:
 - réservoir
 - pompes de refoulement et moteurs
 - générateur
 - tuyaux de refoulement
 - autres équipements accessoires.

- c. Pour l'aménagement des installations de distribution d'eau:
 - réservoir
 - tuyaux de distribution
 - branchements.
- d. Construction du bureau d'administration.
- e. Véhicule d'exploitation.

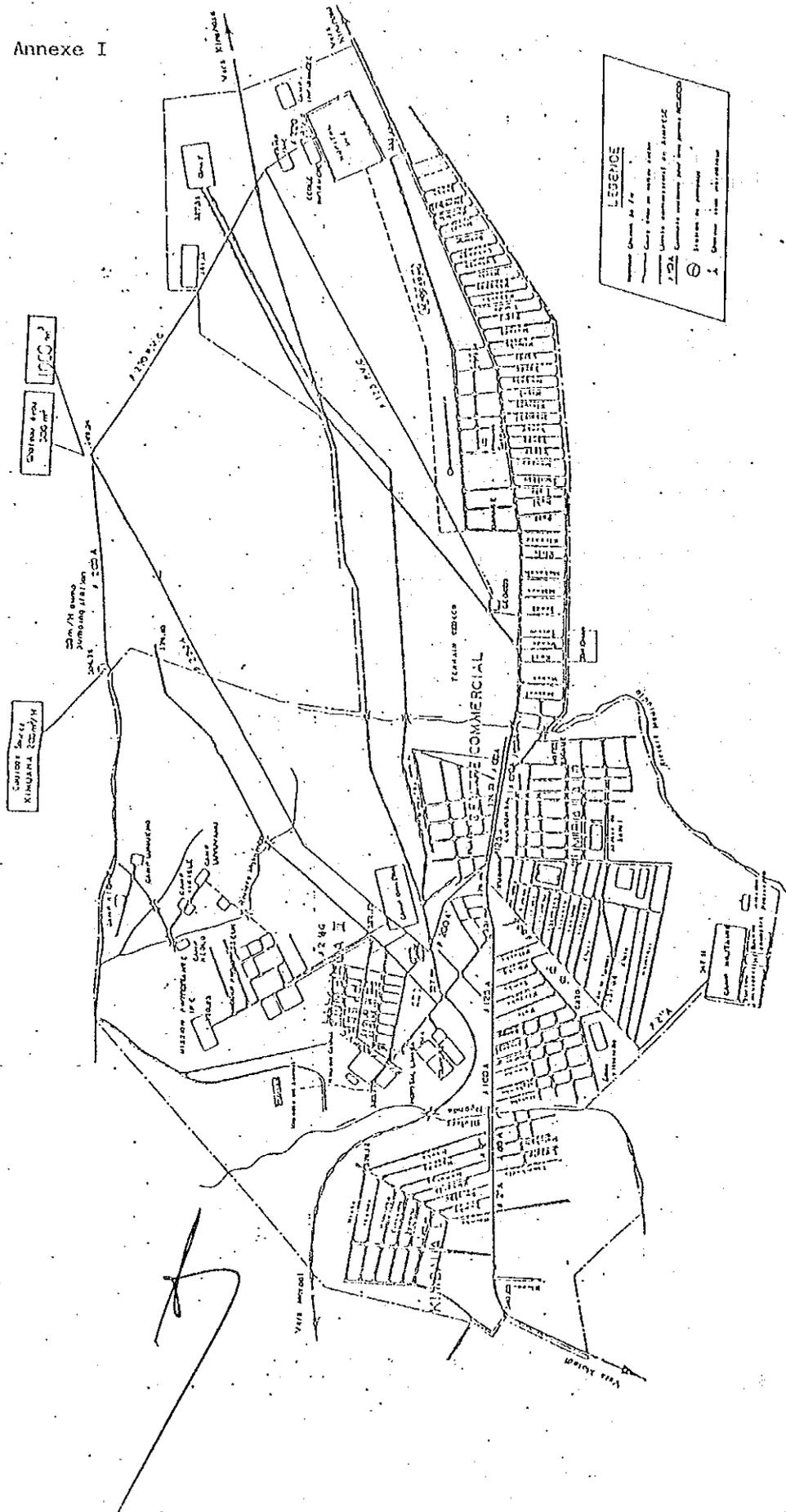
4. Agence d'exécution du projet:

L'agence d'exécution du présent projet est la REGIDESO, entreprise public relevant techniquement du Département des Mines et Energie.

- 5. La mission examinera la pertinence du composant de la demande zaïroise et transmettra au Gouvernement du Japon les prises de dispositions citées en Annexe II.
- 6. La partie zaïroise prendra les dispositions nécessaires pour la bonne mise en oeuvre du projet, citées en Annexe III.



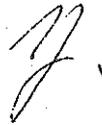
Annexe I



KIMPEPE - LUKALA
 2e PROJET COOPERATION JAPONAISE
 RAPPORT PRELIMINAIRE D'IDENTIFICATION
 SCHEMA DU CENTRE DE KIMPEPE

Annexe II Aménagement des installations d'alimentation en eau potable de
KIMPESE et LUKALA.

Cependant, l'aménagement des installations d'alimentation
en eau potable de LUKALA va faire l'objet du plan de base, à condition
que le débit disponible des ressources a été jugé suffisant.



Annexe III Engagements de la partie zaïroise

1. Obtention du terrain nécessaire à l'aménagement des installations d'alimentation en eau potable du présent projet.
2. Travaux de forage pour la construction de ressources et le pompage d'essai de la ville de LUKALA. Le résultat de l'essai sera prêt à l'occasion de la venue de la mission pour présenter le projet du rapport final.
3. Construction des installations électriques nécessaires au présent projet jusqu'au récepteur d'électricité.
4. Levée nécessaire à la construction du présent projet.
5. Construction des réseaux tertiaires du présent projet.
6. Accorder aux nationaux japonais dont les services seront requis en relation avec la fourniture des produits et des services, les dispositions nécessaires pour l'entrée et séjour en République du Zaïre pour la mise en oeuvre de leurs travaux.



A-4-2 Procès Verbaux à temps d'explication du projet du rapport final

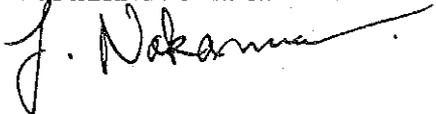
PROCES-VERBAL DE DISCUSSION SUR LE PROJET DU RAPPORT FINAL
DE L'ETUDE DU PLAN DE BASE RELATIVE
AU PROJET D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE KIMPESE-LUKALA
EN REPUBLIQUE DU ZAIRE.

Le gouvernement Japonais a envoyé, par la voie de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA), une mission d'étude de plan de base au Zaïre du 15 au 26 mai 1987 dans l'objectif de présenter et d'expliquer le projet du rapport final de l'étude du plan de base relative au projet d'Alimentation en Eau Potable de KIMPESE-LUKALA.

La mission d'étude de plan de base et les Autorités concernées de la République du Zaïre ont eu une série de discussions qui ont mené les deux parties à confirmer les résultats cités ci-joints en annexe.

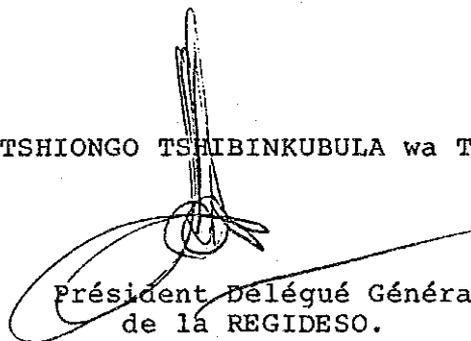
Kinshasa, le 22 mai 1987.

YOSHIKATSU NAKAMURA



Chef de mission, Agence
Japonaise de Coopération
Internationale (JICA).

TSHIONGO TSHIBINKUBULA wa TUMBA



Président Délégué Général
de la REGIDESO.

ANNEXE.

1. Les deux parties sont convenues de reconfirmer le Procès-Verbal de discussions signé le 18 février 1987.
2. La partie Zaïroise a approuvé les principes du plan de base proposés dans le projet du rapport final.
3. La mission d'études a visité la ville de LUKALA et a observé les trois puits réalisés par la REGIDESO. La mission a vérifié que les résultats de deux puits donnent chacun un débit suffisant pour assurer l'Alimentation en Eau Potable de la ville.
4. La partie Zaïroise a saisi le système de la coopération financière non-remboursable du gouvernement Japonais. Elle fera aussi les préparations suivantes qu'elle effectuera pour la réalisation du projet avant le commencement des travaux de construction. Quant à l'article (6), la partie Zaïroise exécutera les travaux parallèlement aux travaux à la charge de la partie Japonaise.
 - (1) Acquisition des terrains faisant l'objet des travaux de construction, obtention des autorisations d'accès, et le droit d'utilisation des eaux des ressources.
 - (2) Débroussaillage, décapage, nivellement des terrains des travaux de construction faisant l'objet ainsi que ceux pour le dépôt des équipements, matériels et matériaux.
 - (3) Aménagement et extension des pistes d'accès aux terrains faisant objet des travaux de construction ainsi qu'à ceux pour le dépôt des équipements, matériels et matériaux.
 - (4) Travaux des caniveaux et clôtures alentour des ouvrages faisant l'objet du projet.
 - (5) Acquisition des matériaux nécessaires à la ligne de tirage d'électricité jusqu'à l'équipement de réception d'électricité et travaux concernés.

- (6) Travaux de connexion des branchements aux conduites mères réalisées par la partie Japonaise en utilisant les matériaux tertiaires fournis par la partie Japonaise et prise en charge des frais relatifs.
 - (7) La partie Zaïroise devra examiner la qualité de l'eau de LUKALA et communiquer les résultats d'analyse à la partie Japonaise avant le 31 mai 1987.
5. Le rapport final (10 exemplaires en français) sera remis à la République du Zaïre, vers la fin du mois de juin 1987.

G. J.

X

X

X

A-5. Liste des documentations et renseignements recueillis

Numéro	Nom de documentations et renseignements recueillis	Source	Remarque
1	Plan Quinquennal 1986-1990 de Développement du Secteur Eau et Assainissement, Comité National d'Action de l'Eau et de l'Assainissement CNAEA	REGIDESO	COPIE
2	Organigramme, REGIDESO	REGIDESO	COPIE
3	Organigramme, Mban, Ngungu	REGIDESO	écriture à main
4	Décennie internationale de l'Approvisionnement en Eau potable de l'Assainissement, Première Phase de la Décennie - Besoins et Moyens de Financement	REGIDESO	COPIE
5	Notice Explicative de la Feuille "Ngungu", Carte géologique à l'échelle du 1/200,000 Service Géologique	REGIDESO	COPIE
6	Carte géologique 1/50,000	REGIDESO	
7	Planchette - Vak		
8	Service Géologique		
9	Cartes topographiques 1/50,000	L'IGC	
10	Thysville		
11	l'Institut Géologique		
13	Cahier des charges Forage d'Eau, Maluku	REGIDESO	COPIE
14	Résultats Mensuels d'Exploitation Mbanza-Ngungu, 1986	REGIDESO	COPIE
15	Plan Quinquennal d'Investissement du Secteur Eau Potable 1986-1990	REGIDESO	COPIE
16	Adduction d'Eau des Villes de Mwene-Ditu, Gandajika Tshimbulu	REGIDESO	
	- Vol. I		
17	- Vol. II		
18	- Vol. III		
19	- Vol. IV		
20	- Vol. V		

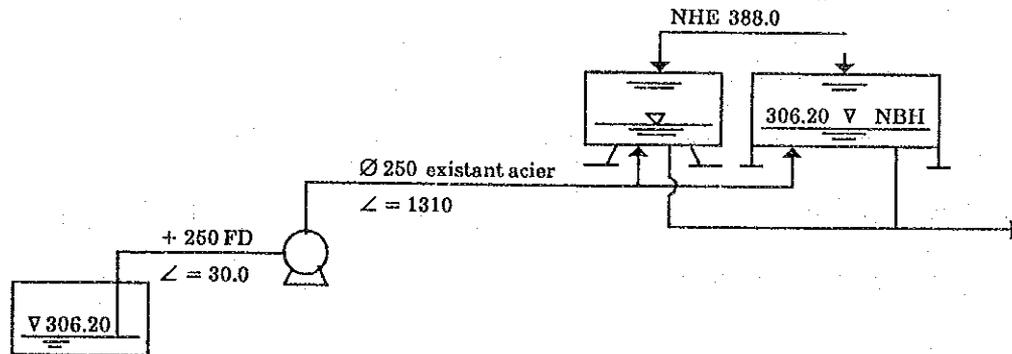
21	Rapport Annuel 1984-1985, Banque du Zaïre	Banque du Zaïre
22	Combien Sommes - NOUS	Institut Nationale de la Statistique
23	Rapport Annuel et Bilan, Exercice '85	REGIDESO
24	Projections Financières	REGIDESO
25	Prévision - Budgétaires -, Exercice '87	REGIDESO

A-6. Donnée relatives au plan

A 6-1 Examen des variantes du système AEP de Kimpese

1) Variantes

A) Variantes REGIDESO



① Pompes de refoulement :

$80\text{m}^3/\text{h} \times 120\text{mH} \times 45\text{KW} \times 6\text{unités}$ (y compris 2 unités pour réserve)

accessoires : pompe à vide $\times 1.5\text{KW} \times 2\text{unités}$ (y compris 1 unités pour réserve)

② Équipement d'électricité :

Nouveau $(45\text{KJ} \times 4 + 1.5\text{KW}) / 0.8 \times 0.85 \times 0.9 = 300\text{KVA}$

Existant 200KVA - à supprimer

③ Conduite de refoulement :

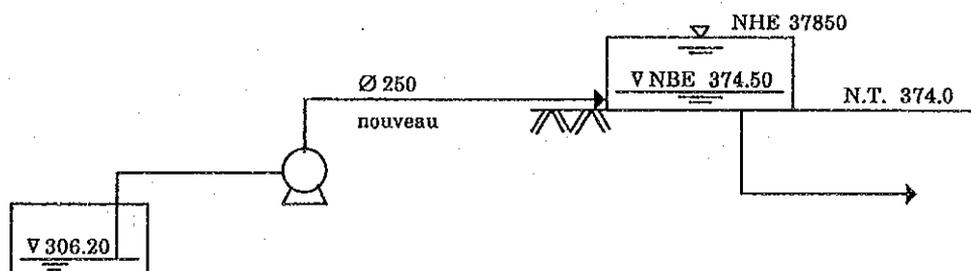
Utilisation de la conduite Ø 250 existante

Coeffecient de friction $C = 100$

④ Réservoir de distribution :

Un nouveau de 1000m^3 en béton et un existant de 300m^3 en acier

B) Variante améliorée (1)



① Pompes de refoulement :

$80\text{m}^3/\text{h} \times 87.0\text{mH} \times 37\text{KW} \times 6\text{unités (y compris 2 unités de réserve)}$
 pompe à vide $1.5\text{KW} \times 2\text{unités (y compris 1 unités de réserve)}$

② Équipement d'électricité :

Nouveau $(37\text{KW} \times 4 + 1.5\text{KW})/0.612 = 260\text{KVA}$
 Existant 200KVA - à supprimer

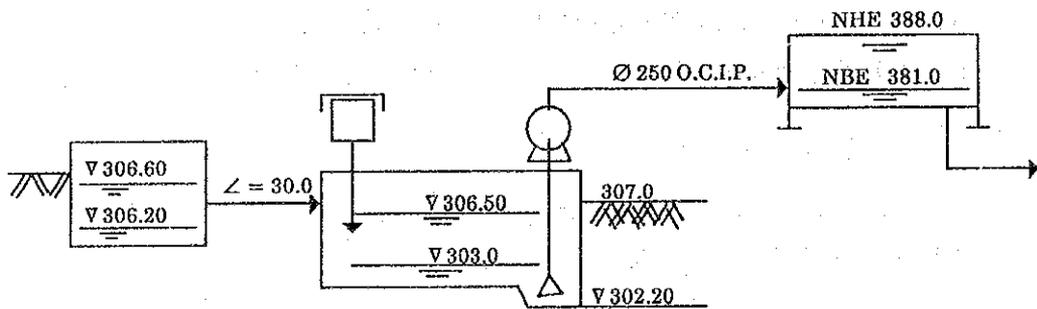
③ Conduite de refoulement :

Conduite de font ductile en acier de $\varnothing 250$, C = 130

④ Réservoir de distribution :

Un nouveau de 1300m³
 Existant - à supprimer

C) Variante améliorée (2)



① Pompes de refoulement :

$80\text{m}^3/\text{h} \times (388.0 - 303.0 + 25.0 = 110.0) \times 37\text{KW} \times 6\text{unités}$
 (y compris 2 réserve)
 pompe à vide $1.5\text{KW} \times 2$ (y compris 1 réserve)

② Équipement d'électricité :

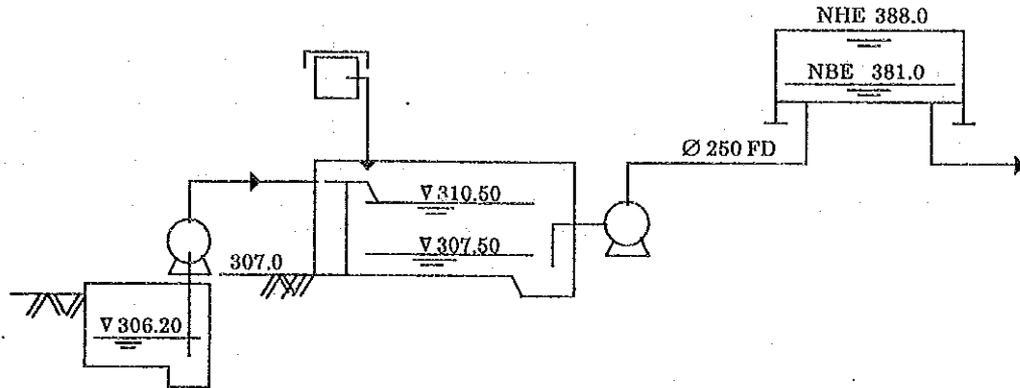
Nouveau 260KVA
 Existant 200KVA à supprimer

③ Conduite de refoulement :

Nouveau $\varnothing 250$ en font ductile en aciner C = 130

- ④ Réservoir de distribution :
Nouveau 1200m³ (5.0m sous terre)

d) Variante à retenir (3)



- ① Pompes de captage :
 $2.1\text{m}^3/\text{min} \times 7.1\text{mH} \times 5.5\text{KW} \times 3\text{unités}$ (y compris 1 réserve)

- ② Pompes de refoulement :
 $80\text{m}^3/\text{h} \times 102.0\text{mH} \times 37\text{KW} \times 6\text{unités}$ (y compris 2 réserve)

- ③ Équipement d'électricité :
Nouveau $(5.5 \times 2 + 37 \times 4) / 0.612 = 260\text{KVA}$
Existant 200KVA à supprimer

- ④ Conduite de refoulement :
Ø 250 Conforme à b)

- ⑤ Réservoir de distribution :
Nouveau 1200m³ (à installer à un niveau de terrain de 307.0m)

A6-2. Calcul d'élévation totale des pompes

1. Spécification du projet (KIMPESE, Captage)

élévation réelle projeté	Ha ; m	311.35 - 306.4 = 4.95			
débit d'élévation de pompe	Q ; m / min	2.1		4.2	
diamètre	Di ; mm	125	100	250	
vitesse	Vi ; m/s	2.85	4.46	1.43	
charge de vitesse	Vi/2g ; m	0.414	1.015	0.104	

2. Perte de charge

a) Perte de charge d'entrée.

$$h = f \times \frac{V_i^2}{2g}$$

125φ vanne de pied $h = 1.5 \times 0.414 = 0.621 \text{ m}$

b) Perte de charge de frottement dans la conduite droite

$$h_i = \lambda \times \frac{L_i}{D_i} \times \frac{V_i^2}{2g}$$

$$\lambda = \frac{134}{C^{1.85} \times D_i^{1/6} \times V_i^{0.15}}$$

Di x Li (Longueur de tuyau)

Selon formule Hazen & Williams
C: Constante suivant le type de tuyau et le changement après des années

Conduite ① C₁ = φ125 x 5 m $h_1 = 0.0488 \times \frac{5}{0.125} \times 0.414 = 0.808 \text{ m}$

Droite ② C₂ = φ250 x 30 m $h_2 = 0.0196 \times \frac{30}{0.25} \times 0.104 = 0.245 \text{ m}$

130 (DCIP)

c) Pertes variées de charge

$$h_i = f_i \times \frac{V_i^2}{2g}$$

① φ100	vanne d'arrêt	$h_1 = 1.4 \times 1.015 = 1.421 \text{ m}$
② φ100	vanne à écluse	$h_2 = 0.15 \times 1.015 = 0.152 \text{ m}$
③ φ100	coude à 90 °	$h_3 = 0.14 \times 1.015 = 0.142 \text{ m}$
④ φ250	coude à 90 °	$h_4 = 0.16 \times 0.104 = 0.017 \text{ m}$
⑤ φ250 x φ100	tuyau à té	$h_5 = 0.9 \times 0.104 = 0.094 \text{ m}$

d) Perte de charge à l'élargissement $h_i = f_i \times \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$

φ100 x φ250 tuyau d'élargissement $h = 0.42 \times \frac{(4.46 - 0.71)^2}{2 \times 9.8} = 0.301 \text{ m}$

e) Perte de charge par la vitesse

3. Perte de charge totale $\Sigma h = 3.905 \text{ m}$

4. Hauteur d'élévation totale $H = H_a + \Sigma h = 4.95 + 3.905 = 8.855 \text{ m}$
Projeté à une hauteur d'élévation totale de H = 9m

Calcul d'élévation totale

1. Spécification du projet (Kimpese, Refoulement) 4 pièces

élévation réelle projetée	Ha ; m	388.0 - 307.5 = 80.5			
débit d'élévation de pompe	Q ; m / min	1.3		3.9	
diamètre de la conduite	Di ; mm	125		250	250
vitesse dans la conduite	Vi ; m/s	1.77		1.32	1.77
charge de vitesse	Vi/2g ; m	0.160		0.089	0.160

2. Perte de charge

a) Perte de charge d'entrée.

$$h = f \times \frac{V_i^2}{2g}$$

125φ tuyau de frompe $h = 0.2 \times 0.160 = 0.032 \text{ m}$

b) Perte de charge de frottement dans la conduite droite

$$h_i = \lambda \times \frac{L_i}{D_i} \times \frac{V_i^2}{2g}$$

$$\lambda = \frac{134}{C^{1.85}} \times \frac{1}{D_i^{1/6} \times V_i^{0.15}}$$

$D_i \times L_i$ (Longueur de tuyau)

Selon formule Hazen & Williams

C: Constante suivant le type de tuyau et le changement après des années

Conduite ① $C_1 = \phi 125 \times 5 \text{ m}$
 $C = 80$

$$h_1 = 0.0524 \times \frac{5}{0.125} \times 0.160 = 0.335 \text{ m}$$

Droite ② $C_2 = \phi 250 \times 1340 \text{ m}$
 $C = 130$

$$h_2 = 0.01903 \times \frac{1340}{0.25} \times 0.16 = 16.32 \text{ m}$$

considérant flexion de 10%, $h_3 = 1,632 \text{ m}$

c) Pertes variées de charge

$$h_i = f_i \times \frac{V_i^2}{2g}$$

① φ125

vanne d'arrêt

$$h_1 = x = 2.1 \text{ m}$$

② φ125

vanne à écluse

$$h_2 = 2 \times 0.14 \times 0.160 = 0.045 \text{ m}$$

③ φ125

coude à 90°

$$h_3 = 3 \times 0.14 \times 0.160 = 0.067 \text{ m}$$

④ φ125 x φ250

tuyau à té

$$h_4 = 4 \times 0.5 \times 0.05 = 0.10 \text{ m}$$

⑤ φ250 x φ100

vanne à écluse

$$h_5 = 4 \times 0.09 \times 0.160 = 0.058 \text{ m}$$

d) Perte de charge à l'élargissement

$$h_i = f_i \times \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

φ125 x φ250 tuyau d'élargissement

$$h = 0.42 \times \frac{(1.77 - 0.44)^2}{2 \times 9.8} = 0.038 \text{ m}$$

$$h = 0.160 \text{ m}$$

e) Perte de charge par la vitesse

3. Perte de charge totale

$$\Sigma h = 20,887 \text{ m}$$

4. Hauteur d'élévation totale

$$H = H_a + \Sigma h = 80.5 + 20,887 = 101,387 \text{ m}$$

Projeté à une hauteur d'élévation totale de H = 102m

Calcul d'élévation totale

1. Spécification du projet (Lukala, Captage)

élévation réelle projetée	Ha ; m	25.0		
débit d'élévation de pompe	Q ; m / min	0.4	0.4	
diamètre de la conduite	Di ; mm	80	100	
vitesse dans la conduite	Vi ; m/s	1.33	0.85	
charge de vitesse	Vi/2g ; m	0.0903	0.037	

2. Perte de charge

a) Perte de charge d'entrée.

$$h = f \times \frac{V_i^2}{2g}$$

b) Perte de charge de frottement dans la conduite droite

$$h_i = \lambda \times \frac{L_i}{D_i} \times \frac{V_i^2}{2g}$$

$$\lambda = \frac{134}{C^{1.85}} \times \frac{1}{D_i^{1/6} \times V^{0.15}}$$

Di x Li (Longueur de tuyau)

Selon formule Hazen & Williams

C: Constante suivant le type de tuyau et le changement après des années

Conduite ① C₁ = φ80 x 45 m
C = 80

$$h_1 = 0.0590 \times \frac{45}{0.08} \times 0.0903 = 2.997 \text{ m}$$

Droite ② C₂ = φ100 x 500 m
C = 130

$$h_2 = 0.0608 \times \frac{500}{0.1} \times 0.037 = 11.248 \text{ m}$$

considérant flexion de 10%, h₃ = 1,125m

c) Pertes variées de charge

$$h_i = f_i \times \frac{V_i^2}{2g}$$

① φ80

vanne d'arrêt

$$h_1 = 1.4 \times 0.0903 = 0.126 \text{ m}$$

② φ80

vanne à éluse

$$h_2 = 3 \times 0.15 \times 0.0903 = 0.041 \text{ m}$$

③ φ80

coude à 90 °

$$h_3 = 0.14 \times 0.0903 = 0.013 \text{ m}$$

d) Perte de charge à l'élargissement

$$h_i = f_i \times \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

φ80 x φ100 tuyau d'élargissement

$$h = 0.28 \times \frac{(1.33 - 0.85)^2}{2 \times 9.8} = 0.003 \text{ m}$$

$$h = 0.037 \text{ m}$$

e) Perte de charge par la vitesse

3. Perte de charge totale

$$\Sigma h = 15.59 \text{ m}$$

4. Hauteur d'élévation totale

$$H = H_a + \Sigma h = 25.0 + 15.59 = 40.59 \text{ m}$$

Projeté à une hauteur d'élévation totale de H = 45m

Calcul d'élévation totale

1. Spécification du projet (Lukala, Refoulement)

élévation réelle projetée	Ha ; m	417.6 - 381.9 = 35.7		
débit d'élévation de pompe	Q ; m / min	0.4	0.8	
diamètre de la conduite	Di ; mm	65	150	
vitesse dans la conduite	Vi ; m/s	2.01	0.75	
charge de vitesse	Vi/2g ; m	0.206	0.0287	

2. Perte de charge

a) Perte de charge d'entrée.

$$h = f \times \frac{V_i^2}{2g}$$

φ65 tuyau de frompe $h = 0.2 \times 0.206 = 0.041 \text{ m}$

b) Perte de charge de frottement dans la conduite droite

$$h_i = \lambda \times \frac{L_i}{D_i} \times \frac{V_i^2}{2g}$$

$$\lambda = \frac{134}{C^{1.85}} \times \frac{1}{D_i^{1/6} \times V^{0.15}}$$

Di x Li (Longueur de tuyau)

Selon formule Hazen & Williams

C: Constante suivant le type de tuyau et le changement après des années

Conduite ① C₁ = φ65 x 5 m
C = 80

$$h_1 = 0.0574 \times \frac{5}{0.065} \times 0.203 = 0.910 \text{ m}$$

Droite ② C₂ = φ150 x 2020 m
C = 130

$$h_2 = 0.0236 \times \frac{2020}{0.15} \times 0.0287 = 9.121 \text{ m}$$

considérant flexion de 10%, h₃ = 0.972m

c) Pertes variées de charge

$$h_i = f_i \times \frac{V_i^2}{2g}$$

① φ65

vanne d'arrêt

$$h_1 = \dots \times \dots = 3.0 \text{ m}$$

② φ65

vanne à éluse

$$h_2 = 2 \times 0.15 \times 0.206 = 0.062 \text{ m}$$

③ φ150

vanne à éluse

$$h_3 = 4 \times 0.13 \times 0.0287 = 0.015 \text{ m}$$

④ φ65

coude à 90 °

$$h_3 = 2 \times 0.15 \times 0.206 = 0.062 \text{ m}$$

d) Perte de charge à l'élargissement

$$h_i = f_i \times \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

φ65 x φ150 tuyau d'élargissement

$$h = 0.42 \times \frac{(2.01 - 0.07)^2}{2 \times 9.8} = 0.081 \text{ m}$$

$$h = 0.029 \text{ m}$$

e) Perte de charge par la vitesse

3. Perte de charge totale

$$\Sigma h = 14.233 \text{ m}$$

4. Hauteur d'élévation totale

$$H = H_a + \Sigma h = 35.7 + 14.233 = 49.933 \text{ m}$$

Projeté à une hauteur d'élévation totale de H = 52m

Calcul d'élévation totale

1. Spécification du projet (Lukala, Refoulement auxiliaire)

élévation réelle projetée	Ha ; m	417.6 - 381.9 = 35.7		
débit d'élévation de pompe	Q ; m / min	0.07	0.07	
diamètre de la conduite	Di ; mm	50	40	
vitesse dans la conduite	Vi ; m/s	0.6	0.93	
charge de vitesse	Vi/2g ; m	0.018	0.044	

2. Perte de charge

a) Perte de charge d'entrée.

$$h = f \times \frac{V_i^2}{2g} = 0.5 \text{ m}$$

b) Perte de charge de frottement dans la conduite droite

$$h_i = \lambda \times \frac{L_i}{D_i} \times \frac{V_i^2}{2g}$$

$$\lambda = \frac{134}{C^{1.85}} \times \frac{1}{D_i^{1/6} \times V^{0.15}}$$

Di x Li (Longueur de tuyau)

Selon formule Hazen & Williams

C: Constante suivant le type de tuyau et le changement après des années

Conduite ① C₁ = φ50 x 42 m
C = 80

$$h_1 = 0.072 \times \frac{42}{0.05} \times 0.018 = 1.0898 \text{ m}$$

Droite ② C₂ = φ40 x 1 m
C = 80

$$h_2 = 0.070 \times \frac{1}{0.04} \times 0.044 = 0.077 \text{ m}$$

c) Pertes variées de charge

$$h_i = f_i \times \frac{V_i^2}{2g}$$

① φ50

vanne à éluse

$$h_1 = 0.2 \times 0.018 = 3.0 \text{ m}$$

② φ40

vanne d'arrêt

$$h_2 = 1.5 \times 0.044 = 0.027 \text{ m}$$

③ φ40

vanne à éluse

$$h_3 = 0.16 \times 0.044 = 0.003 \text{ m}$$

④ φ50

coude à 90 °

$$h_3 = 10 \times 0.13 \times 0.018 = 0.023 \text{ m}$$

d) Perte de charge à l'élargissement

$$h_i = f_i \times \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

φ x φ tuyau d'élargissement

$$h = \frac{(\quad - \quad)^2}{2 \times 9.8} = \text{m}$$

$$h = 0.044 \text{ m}$$

e) Perte de charge par la vitesse

3. Perte de charge totale

$$\Sigma h = 1,767 \text{ m}$$

4. Hauteur d'élévation totale

$$H = H_a + \Sigma h = 8.5 + 1,767 = 10,267 \text{ m}$$

Projeté à une hauteur d'élévation totale de H = 13m

A-6-3 Calcul de puissance de pompes

Captage, Kimpese

Calcul de puissance de moteur

(pompe centrifuge à une entrée 125 x 100mm)

-1. Force motrice de l'axe de pompe

$$L = \frac{0.163QHr}{\eta_p} = \frac{0.163 \times 2.1 \times 9 \times 1.0}{0.72} = 4.3KW$$

- où
- Q = 2.1 m³/m (débit de refoulement)
 - H = 9.0m (hauteur d'élévation totale)
 - r = 1.0kg/lit (poids unitaire de la solution)
 - $\eta_p = 72\%$ (efficacité de pompage)

-2. Force motrice requise

$$L_m = \frac{L(1+A)}{\eta_G} = \frac{4.3 \times (1+0.15)}{1.0} = 4.95KW$$

- où
- A = 15% (marge)
 - $\eta_G = 100\%$ (connection directe)
- Par conséquent,
le moteur est conçu à 5.5KW

Kimpese, refoulement

Calcul de puissance de moteur

(pompe centrifuge multicellulaire à une entrée 125 mm)

-1. Force motrice de l'axe de pompe

$$L = \frac{0.163QHr}{\eta_p} = \frac{0.163 \times 1.3 \times 102 \times 1.0}{0.66} = 32.7 \text{KW}$$

où $Q = 1.3 \text{ m}^3/\text{m}$ (débit de refoulement)

$H = 102 \text{ m}$ (hauteur d'élévation totale)

$r = 1.0 \text{ kg/lit}$ (poids unitaire de la solution)

$\eta_p = 66 \%$ (efficacité de pompage)

-2. Force motrice requise

$$L_m = \frac{L(1+A)}{\eta_G} = \frac{32.7 \times (1+0.12)}{1.0} = 36.6 \text{KW}$$

où $A = 12\%$ (marge)

$\eta_G = 100\%$ (connection directe)

Par conséquent,

le moteur est conçu à 37KW

Lukala captage

Calcul de puissance de moteur
(pompe immergée 80 mm)

-1. Force motrice de l'axe de pompe

$$L = \frac{0.163QHr}{\eta_p} = \frac{0.163 \times 0.4 \times 45 \times 1.0}{0.6} = 4.89 \text{KW}$$

où $Q = 0.4 \text{ m}^3/\text{m}$ (débit de refoulement)

$H = 45 \text{m}$ (hauteur d'élévation totale)

$r = 1.0 \text{kg/lit}$ (poids unitaire de la solution)

$\eta_p = 60 \%$ (efficacité de pompage)

-2. Force motrice requise

$$L_m = \frac{L(1+A)}{\eta_G} = \frac{4.89 \times (1+0.15)}{1.0} = 5.6 \text{KW}$$

où $A = 15\%$ (marge)

$\eta_G = 100\%$ (connection directe)

Par conséquent,

le moteur est conçu à 7.5KW

Lukala refoulement

Calcul de puissance de moteur

(pompe centrifuge multicellulaire à une entrée 65 mm)

-1. Force motrice de l'axe de pompe

$$L = \frac{0.163QHr}{\eta_p} = \frac{0.163 \times 0.4 \times 52 \times 1.0}{0.58} = 5.8 \text{KW}$$

où $Q = 0.4 \text{ m}^3/\text{m}$ (débit de refoulement)

$H = 52 \text{ m}$ (hauteur d'élévation totale)

$r = 1.0 \text{ kg/lit}$ (poids unitaire de la solution)

$\eta_p = 58 \%$ (efficacité de pompage)

-2. Force motrice requise

$$L_m = \frac{L(1+A)}{\eta_G} = \frac{5.8 \times (1+0.15)}{1.0} = 6.67 \text{KW}$$

où $A = 15\%$ (marge)

$\eta_G = 100\%$ (connection directe)

Par conséquent,

le moteur est conçu à 7.5KW

Lukala, mise en pression

Calcul de puissance de moteur

(pompe centrifuge à une entrée 50 x 40mm)

-1. Force motrice de l'axe de pompe

$$L = \frac{0.163QHr}{\eta_p} = \frac{0.163 \times 0.07 \times 13 \times 1.0}{0.33} = 5.8KW$$

où $Q = 0.07 \text{ m}^3/\text{m}$ (débit de refoulement)

$H = 13 \text{ m}$ (hauteur d'élévation totale)

$r = 1.0 \text{ kg/lit}$ (poids unitaire de la solution)

$\eta_p = 33 \%$ (efficacité de pompage)

-2. Force motrice requise

$$L_m = \frac{L(1+A)}{\eta_G} = \frac{0.45 \times (1+0.2)}{1.0} = 0.54KW$$

où $A = 20\%$ (marge)

$\eta_G = 100\%$ (connection directe)

Par conséquent,

le moteur est conçu à 0.75KW

A. 6-4 Liste de comparaison des caractéristiques des différents types de tuyaux

Article	type de tuyau	tuyau à fonte ductile	tuyau in acier
1. Sécurité	1. résistance, caractéristiques physiques résistance à traction (kg/mm ²) allongement (%) résistance à flexion (kg/mm ²) coefficient d'élasticité (kg/mm ²) dureté rapport de Poisson poids spécifique coefficient de dilatation thermique (1/c) résistance contre choc (kg m/cm ²)	plus de 40 (42) " 5 (10) " 57 (60) 1.6~1.7×10 ⁴ moins de 230 (HB) 0.28~0.29 7.15 1.0×10 ⁻⁵ 6~10 (I zot)	STPY 60P (φ300) plus de 41 (30) " 18 (25) " 41 (30) 2.1×10 ⁴ 140 (HB) 0.3 7.85 1.1×10 ⁻⁵ 15 (chalpie)
	2. Résistance contre pression extérieure	1. En général plus épais que tuyau en acier. Résistance à flexion est plus forte que les autres types. Résistance contre pression extérieure est le plus. 2. La flexion sous charge est le moins. La rigidité est élevée. 3. Le tuyau est élastique contre la flexion.	1. S'allonge facilement. A cause de mince épaisseur fléchissement élevé. La rigidité est moins que FD. 2. Au moment de comblement, il faut mettre le sable autour du tuyau afin de prévenir la déformation.
	3. Résistance contre pression intérieure	1. Résistance contre la pression intérieure est la plus entre les plusieurs types. En général la pression admissible est environ de 100 kg/cm ² 2. Le formule severe de calcul de l'épaisseur tient compte de la pression intérieure. 3. La pression de l'épreuve est très élevée.	1. Résistance contre la pression intérieure et bonne mais plus bas que celle de tuyau en fonte ductile 2. La formule de calcul de l'épaisseur ne tient pas compte de la pression intérieure.
	4. Etanchéité au joint	1. L'étanchéité est très bonne à cause du boucle élastique de structure spéciale qui est inséré entre les deux tuyaux. Elle est bonne contre le chargement excentrique at de flexion ainsi que la haute pression.	1. L'étanchéité est bonne autant que la soudure est effectué correctement. Il faut y l'habileté élevée et les conditions meilleures d'exécution.

I. Sécurité	5. Qualité d'allongement et de flexibilité.	1. Le joint possède une bonne qualité d'allongement et de flexibilité, s'adapte bien au mouvement de terre, et ne cause pas de contraintes excessives.	1. Le joint soudé possède une pauvre qualité d'allongement et de flexibilité et des contraintes excessives se produisent causé par le changement de température ou le mouvement de terre. Afin de réduire ce défaut il faut mettre les joints d'allongement à intervalles appropriés, ce qui augmente le coût du système et aussi il reste l'incertitude de sa fonction.
II Facilité de réalisation	6. Prévention de décrochage	1. La prévention de décrochage est fait par le massif d'ancrage des points de déséquilibre de pression. La prévention de décrochage se fait par les méthodes KF et UF, au niveau des endroits où : il est impossible d'installer le massif d'ancrage; présence de sol peu solide; tuyaux anti-tremblement de terre.	1. La prévention de décrochage est bonne au cas ou les joints sont fait à soudure.
	1. Fossé creusé, fondement	1. Un fosse plat est suffisant, et ne nécessite pas de fondement spécial. 2. Au niveau des joints, il est nécessaire de creuser des fossés pour les travaux de fermeture de boulon. Mais les tuyaux des types T et U ne nécessite en principe ces travaux.	1. L'alentour des tuyaux devra être bien solidifié en utilisant du sable. 2. La soudure des joints nécessite suffisamment d'espace pour les travaux.
	2. Connection des tuyaux	1. La connection des joints mécaniques se fait rapidement. 2. Utilisation de simple outillage et de technique aisée.	1. Nécessite un temp important pour soudure. 2. Nécessite haut niveau technique et ouvriers qualifiés. 3. Nécessite drainage compléte et sont facilement affecté par le jaillissement et condition climatique.
	3. Transport et manieement des tuyaux.	1. Le poids est lourd, mais la résistance aux chocs est élevé ce qui facilite les manieement.	1. Nécessite précautions pour ne pas abimer l'enduut de l'intérieur et extérieur des tuyaux.

<p>II Facilité de réalisation</p>	<p>4. Remblayage</p>	<p>1. Les terres creusées peuvent être utilisées pour le remblayage si elles ne sont pas trop molles ou corrompues.</p> <p>2. Les travaux de remblayage peuvent être effectués dès l'accomplissement des travaux de connection, à une durée limitée, ce qui permettrait de minimiser les empêchements des circulations routières, etc.</p>	<p>1. Il importe de remblayer les fossés avec du sable pour minimiser la déformation des tuyaux.</p> <p>2. Les travaux de soudure et de l'enduit nécessitent une durée assez longue. Les travaux de remblayage ne pouvant être, par conséquent, effectués tout de suite, l'empêchement des circulations routières devient important.</p>
<p>III Exploitation et gestion</p>	<p>1. Anti corrosion -intérieur-</p>	<p>1. L'intérieur est en fourrure de morture de ciment qui a des effets anti-corrosion alcalin. Le coefficient de vitesse ne varie au cours de longue année. Des rapports américains et européens font mention que les tuyaux sont utilisés normalement pour plus de 50 ans.</p> <p>2. Les fourrures sont épaisses, solides et sont rarement endommagées. Etant manufacturés par force centrifuge, l'étanchéité est excellente.</p>	<p>1. Nécessite un contrôle approprié de l'enduit. Il est difficile d'effectuer sur site, l'enduit des parties soudées. En particulier, il est pratiquement impossible d'effectuer l'enduit de l'intérieur des tuyaux à petit diamètre après la soudure.</p> <p>2. La venturo protectrice est peu épaisse et l'on ne peut obtenir des effets anti-corrosion équivalents au fourrure morture de ciment.</p>
	<p>2. Anti-corrosion -extérieur-</p>	<p>1. Les tuyaux ont les caractéristiques anti-corrosion propres aux fontes, et sont enduites en époxy de goudron.</p> <p>2. Au niveau des terres à caractère corrosif, les tuyaux seront couverts par des fourreaux polyéthylènes.</p>	<p>1. Nécessite anti-corrosif épaisse. Au cas où des endommagements produits au cours des travaux sont négligés, il risque de produire des accidents par percement corrosif.</p>
	<p>3. Anti-corrosion électrolytique</p>	<p>1. La conductivité électrique est plus élevée que l'acier, et les joints étant revêtu en caoutchouc, les corrosions électriques ne peuvent se produire à cause de l'isolement.</p> <p>2. En général, les fourreaux polyéthylènes étant utilisés, il n'est pas nécessaire de prendre d'autres précautions.</p>	<p>1. La résistivité électrique est basse, les joints soudés formant une longue conduite, les tuyaux peuvent aisément subir l'influence des courants électriques et la variation des conditions pédologiques.</p> <p>2. Il existe plusieurs méthodes anti-corrosion mais la conception, et gestion est difficile et coûteux.</p>

A-6-5. Calcul de réseaux réticulaire

Calcul de tuyauterie de refoulement, Kimpese

*** INPUT DATA ***

MINIMUM DIAMETER ----- 0.050 (M)
 NUMBER OF PIPELINE ----- 5
 NUMBER OF CONTACT ----- 6
 NUMBER OF CONTACT DESIGNATING WATER HEAD ----- 1
 HOURLY MAXIMUM WATER DEMAND ----- 1.0000 (L/SEC/CAPITA)
 DESIGNATED CONTACT ----- 1
 DESIGNATED WATER HEAD (M) ----- 416.5

CONTACT NO.	DIVERTED WATER HEAD (EL.M)	GROUND ELEVATION (EL.M)	EFFECTIVE HEAD (M)	DISCHARGE AMOUNT	WATER DEMAND (L/SEC)
101	416.467	307.000	109.467	-87.6	-87.6
102	414.021	320.600	93.421	0.0	0.0
103	413.986	320.000	93.986	0.1	0.1
104	408.287	340.000	68.287	0.0	0.0
105	408.131	339.000	69.131	0.4	0.4
106	400.544	375.000	25.544	87.1	87.1

NAME OF SANITARY DISTRICT :

PIPE NO.	CONTACT FROM TO	DIAMETER (MM)	LENGTH (M)	DISCHARGE COEFFICIENT	DISCHARGE (L/SEC)	VELOCITY (M/SEC)	HEAD LOSS (M)	HYDRAULIC GRADIENT	FRICITION LOSS COEFFICIENT
1	101 102	250	200.00	130	87.6	1.785	2.446	12.231	0.01881
2	102 103	65	700.00	100	0.1	0.030	0.035	0.050	0.07006
3	102 104	250	470.00	130	87.5	1.783	5.734	12.200	0.01881
4	104 105	65	250.00	100	0.4	0.118	0.156	0.622	0.05726
5	104 106	250	640.00	130	87.1	1.775	7.742	12.097	0.01882
TOTAL			2260.00						

*** INPUT DATA ***

Calcul de tuyauterie de distribution, Kimpese

MINIMUM DIAMETER	-----	0.050 (M)
NUMBER OF PIPELINE	-----	95
NUMBER OF CONTACT	-----	85
NUMBER OF CONTACT DESIGNATING WATER HEAD	-----	1
HOURLY MAXIMUM WATER DEMAND	-----	1.0000 (L/SEC/CAPITA)
DESIGNATED CONTACT	-----	1
DESIGNATED WATER HEAD (M)	-----	381.0

CONTACT NO.	DIVERTED WATER HEAD (EL.M)	GROUND ELEVATION (EL.M)	EFFECTIVE HEAD (M)	DISCHARGE AMOUNT	WATER DEMAND (L/SEC)
1	381.000	375.000	6.000	0.0	-89.8
2	374.787	332.800	41.987	0.0	0.0
3	369.260	329.900	39.360	0.0	4.3
4	362.305	320.200	42.105	0.0	0.8
5	360.755	319.300	41.455	0.0	0.8
6	360.730	303.700	57.030	0.0	0.8
7	338.202	329.300	28.902	0.0	1.5
8	360.190	305.000	55.190	0.0	0.0
9	360.101	323.700	36.401	0.0	0.4
10	360.108	321.000	39.108	0.0	0.4
11	373.257	328.000	45.257	0.0	0.0
12	369.260	329.600	43.660	0.0	4.1
13	368.606	320.700	47.906	0.0	1.2
14	367.385	330.500	36.885	0.0	3.4
15	372.586	327.900	44.686	0.0	3.4
16	373.219	329.900	43.320	0.0	0.0
17	373.146	328.600	44.546	0.0	0.0
18	372.513	330.000	42.513	0.0	0.0
19	372.229	328.600	43.629	0.0	2.1
20	372.205	327.500	44.705	0.0	2.5
21	371.803	332.000	39.803	0.0	0.0
22	372.078	332.000	40.078	0.0	0.2
23	371.772	327.800	43.972	0.0	0.0
24	371.719	327.000	44.719	0.0	0.0
25	370.230	342.500	27.730	0.0	1.1
26	370.112	336.900	33.212	0.0	0.6
27	366.822	357.700	9.122	0.0	2.0
28	371.715	330.800	40.915	0.0	0.0
29	371.327	331.000	40.327	0.0	0.9
30	371.694	350.500	21.194	0.0	0.2
31	371.746	327.000	44.746	0.0	0.3
32	370.962	329.100	41.862	0.0	3.1
33	371.205	334.800	36.405	0.0	1.4
34	371.687	330.100	41.587	0.0	0.0
35	371.676	328.300	43.376	0.0	0.1
36	371.416	336.600	34.816	0.0	1.1
37	371.203	340.300	30.903	0.0	1.1
38	370.854	345.100	25.754	0.0	0.8
39	370.835	350.300	20.535	0.0	0.2
40	370.822	344.800	26.022	0.0	0.2
41	370.765	349.000	21.765	0.0	0.2
42	371.829	332.000	39.829	0.0	0.0
43	370.253	337.000	33.253	0.0	1.0
44	370.153	337.000	33.153	0.0	0.4
45	370.247	336.600	33.647	0.0	1.8
46	369.866	338.100	31.766	0.0	0.5
47	370.213	337.600	32.613	0.0	0.5
48	369.146	338.000	31.146	0.0	1.8
49	369.028	343.500	25.528	0.0	0.4
50	368.599	350.300	18.299	0.0	0.6

CONTACT NO.	DIVERTED WATER HEAD (EL. M)	GROUND ELEVATION (EL. M)	EFFECTIVE HEAD (M)	DISCHARGE AMOUNT	WATER DEMAND (L/SEC)
51	371.791	338.800	32.991	0.0	0.0
52	370.603	339.600	31.003	0.0	0.0
53	366.626	341.000	25.626	0.0	1.8
54	367.792	336.000	31.792	0.0	1.8
55	369.931	336.000	33.931	0.0	1.4
56	371.892	342.000	22.892	0.0	1.2
57	371.885	352.500	19.385	0.0	0.6
58	372.561	354.000	18.561	0.0	0.0
59	372.550	354.000	18.550	0.0	0.7
60	372.539	342.500	30.139	0.0	0.1
61	373.151	350.300	22.851	0.0	0.0
62	372.027	351.000	22.027	0.0	0.0
63	372.993	357.000	15.993	0.0	0.7
64	372.818	357.000	15.818	0.0	0.7
65	372.905	350.300	22.605	0.0	0.0
66	372.817	344.600	28.217	0.0	0.4
67	373.076	351.000	22.076	0.0	0.0
68	373.013	344.800	28.213	0.0	0.3
69	373.509	351.000	22.509	0.0	0.0
70	373.421	348.500	24.921	0.0	0.4
71	373.663	353.000	20.663	0.0	0.0
72	373.542	353.000	20.942	0.0	0.0
73	373.854	349.600	24.254	0.0	0.4
74	374.685	360.000	14.685	0.0	0.8
75	375.315	328.500	46.815	0.0	30.6
76	379.752	365.400	14.352	0.0	1.8
77	372.866	330.200	42.666	0.0	0.0
78	371.294	332.900	38.394	0.0	0.0
79	371.005	334.800	36.205	0.0	0.0
80	368.600	351.300	17.300	0.0	0.0
81	371.042	345.500	25.542	0.0	0.0
82	371.890	349.000	22.890	0.0	0.0
83	374.195	354.400	19.795	0.0	0.0
84	374.619	338.100	16.519	0.0	0.0
85	367.296	325.300	41.996	0.0	0.0

NAME OF SANITARY DISTRICT :

PIPE NO.	CONTACT FROM	CONTACT TO	DIAMETER (MM)	LENGTH (M)	DISCHARGE COEFFICIENT	DISCHARGE (L/SEC)	VELOCITY (M/SEC)	HEAD LOSS (M)	HYDRAULIC GRADIENT	FRICTION LOSS COEFFICIENT
1	1	2	300	2200.00	100	46.9	0.663	6.213	2.567	0.03778
2	2	3	100	200.00	100	8.9	1.137	5.528	25.125	0.04189
3	3	85	100	240.00	100	4.6	0.589	1.964	7.438	0.06617
4	85	4	100	610.00	100	4.6	0.589	4.437	7.437	0.04617
5	4	5	65	660.00	100	0.8	0.229	1.550	2.135	0.05706
6	4	6	100	410.00	100	3.1	0.392	1.575	3.493	0.04905
7	6	7	80	800.00	100	1.5	0.306	2.873	2.873	0.05280
8	8	9	65	220.00	100	0.8	0.235	0.540	2.233	0.05686
9	8	10	65	130.00	100	0.4	0.118	0.089	0.621	0.06299
10	8	11	65	120.00	100	0.4	0.117	0.082	0.620	0.06300
11	2	11	250	330.00	100	37.9	0.772	1.530	4.214	0.03807
12	11	12	100	280.00	100	6.3	0.796	3.938	12.979	0.04416
13	12	3	100	300.00	100	0.0	0.004	0.000	0.001	0.09650
14	12	13	100	330.00	100	2.2	0.274	0.654	1.800	0.05172
15	13	14	100	260.00	100	3.4	0.437	1.221	4.270	0.04827
16	15	15	80	530.00	100	-2.5	-0.489	-3.980	-6.826	-0.04926
17	11	15	250	270.00	100	27.1	0.552	0.671	2.261	0.04002
18	11	16	200	140.00	100	4.5	0.145	0.246	0.246	0.05655
19	16	17	200	470.00	100	3.4	0.107	0.073	0.142	0.05293
20	17	18	100	290.00	100	2.3	0.289	0.634	1.866	0.05131
21	18	19	100	130.00	100	2.3	0.289	0.284	1.284	0.05122
22	19	20	65	280.00	100	0.1	0.038	0.024	0.077	0.07445
23	11	20	65	200.00	100	1.1	0.333	0.941	4.277	0.05398
24	16	21	80	160.00	100	1.3	0.253	0.660	2.010	0.05435
25	77	20	80	300.00	100	1.3	0.252	0.660	2.010	0.05435
26	21	21	200	140.00	100	3.7	0.118	0.026	0.170	0.05217
27	22	42	200	480.00	100	6.5	0.205	0.248	0.470	0.04809
28	15	22	250	320.00	100	21.3	0.433	0.508	1.444	0.04148
29	22	23	200	430.00	100	7.7	0.244	0.300	0.647	0.04688
30	23	24	200	180.00	100	4.8	0.151	0.053	0.268	0.05031
31	24	79	100	140.00	100	3.6	0.457	0.714	4.637	0.04795
32	79	25	100	150.00	100	3.6	0.460	0.775	4.635	0.04790
33	25	26	65	80.00	100	0.6	0.178	0.118	1.337	0.05924
34	25	80	80	330.00	100	2.0	0.390	1.630	1.337	0.05094
35	80	27	80	360.00	100	2.0	0.390	1.779	4.491	0.05394
36	24	28	150	50.00	100	1.1	0.064	0.004	0.075	0.05999
37	28	29	80	300.00	100	0.9	0.189	0.387	1.174	0.05671
38	28	30	100	620.00	100	0.2	0.030	0.020	0.030	0.07182
39	23	31	80	130.00	100	0.3	0.068	0.025	0.178	0.06597
40	23	32	80	230.00	100	0.9	0.325	0.810	3.201	0.05234
41	23	78	80	400.00	100	0.9	0.181	0.478	1.086	0.05707
42	78	33	80	70.00	100	0.9	0.187	0.039	1.151	0.05680
43	32	33	80	400.00	100	-0.6	-0.126	-0.243	-0.553	-0.06024
44	32	37	80	280.00	100	-0.8	-0.161	-0.241	-0.876	-0.03906
45	33	36	90	120.00	100	-1.1	-0.223	-0.211	-1.596	-0.05534
46	22	34	150	160.00	100	7.0	0.396	0.390	2.217	0.04578
47	34	35	65	150.00	100	0.1	0.036	0.011	0.070	0.07505
48	34	36	150	180.00	100	5.4	0.305	0.272	1.572	0.04757
49	36	37	150	370.00	100	3.2	0.181	0.213	0.523	0.05138
50	37	81	100	200.00	100	1.3	0.168	0.161	0.731	0.05558

NAME OF SANITARY DISTRICT :

PIPE NO.	CONTACT NO. FROM TO	DIAMETER (MM)	LENGTH (M)	DISCHARGE COEFFICIENT (L/SEC)	VELOCITY (M/SEC)	HEAD LOSS (M)	HYDRAULIC GRADIENT	FRICTION LOSS COEFFICIENT
51	81	100	230.00	1.3	0.170	0.188	0.742	0.05552
52	38	65	130.00	0.2	0.051	0.019	0.131	0.07132
53	38	65	220.00	0.2	0.051	0.032	0.133	0.07125
54	38	65	350.00	0.2	0.069	0.090	0.233	0.06813
55	42	100	470.00	2.2	0.265	1.282	3.061	0.04957
56	34	80	500.00	1.5	0.291	1.435	2.609	0.05321
57	42	65	200.00	0.1	0.021	0.006	0.027	0.08104
58	43	65	170.00	0.4	0.108	0.100	0.535	0.06374
59	45	100	260.00	0.5	0.063	0.034	0.120	0.06425
60	45	80	690.00	0.6	0.119	0.381	0.502	0.06071
61	21	100	860.00	2.7	0.348	2.657	2.802	0.04991
62	48	65	200.00	0.4	0.108	0.118	0.535	0.06375
63	48	65	350.00	0.6	0.184	0.547	1.422	0.05895
64	21	200	850.00	0.9	0.030	0.012	0.013	0.06395
65	51	80	80.00	3.6	0.706	1.188	13.500	0.04665
66	52	65	350.00	1.8	0.536	3.976	13.500	0.04665
67	52	65	250.00	1.8	0.536	3.976	13.500	0.04665
68	51	200	1100.00	2.5	0.081	2.811	10.221	0.05030
69	52	80	780.00	1.4	0.271	1.958	0.084	0.05522
70	52	80	10.00	0.3	0.068	0.007	0.178	0.06597
71	56	150	230.00	0.6	0.036	0.007	0.026	0.06532
72	58	150	570.00	4.7	0.267	0.669	1.068	0.04853
73	59	80	570.00	0.9	0.178	0.660	1.068	0.04853
74	58	80	10.00	0.9	0.173	0.011	0.999	0.05721
75	61	150	370.00	5.6	0.315	0.590	1.449	0.03745
76	61	80	50.00	1.4	0.269	0.125	1.449	0.04736
77	62	80	50.00	0.7	0.133	0.094	2.264	0.05381
78	62	80	300.00	0.7	0.135	0.209	0.613	0.05974
79	61	150	340.00	6.2	0.391	0.812	0.633	0.05959
80	59	65	150.00	0.1	0.036	0.011	2.171	0.04585
81	59	80	370.00	0.8	0.161	0.070	0.070	0.07505
82	65	65	150.00	0.4	0.109	0.353	0.872	0.05808
83	67	80	90.00	1.2	0.232	0.088	0.536	0.06374
84	67	65	150.00	0.3	0.090	0.170	1.721	0.05500
85	69	80	150.00	1.5	0.292	0.063	0.382	0.06549
86	69	65	150.00	0.4	0.109	0.433	2.626	0.05318
87	72	80	100.00	1.8	0.363	0.088	0.236	0.06374
88	72	65	150.00	0.4	0.109	0.088	3.940	0.05148
89	71	100	10.00	2.2	0.279	0.021	0.864	0.05157
90	71	200	240.00	9.1	0.288	0.232	0.880	0.04573
91	83	200	440.00	9.0	0.287	0.423	0.875	0.04576
92	74	200	70.00	0.0	0.066	0.066	0.862	0.04581
93	75	250	1650.00	9.8	0.201	0.630	0.347	0.04649
94	76	250	850.00	40.4	0.824	4.437	4.746	0.03771
95	1	250	220.00	42.3	0.861	1.248	5.155	0.03747
TOTAL								31580.00

Calcul de tuyauterie de refoulement, Lukala

*** INPUT DATA ***

MINIMUM DIAMETER ----- 0.050 (M)
 NUMBER OF PIPELINE ----- 7
 NUMBER OF CONTACT ----- 8
 NUMBER OF CONTACT DESIGNATING WATER HEAD ----- 1
 HOURLY MAXIMUM WATER DEMAND ----- 1.0000 (L/SEC/CAPITA)
 DESIGNATED CONTACT ----- 1
 DESIGNATED WATER HEAD (M) ----- 418.8

CONTACT NO.	DIVERTED WATER HEAD (EL.M)	GROUND ELEVATION (EL.M)	EFFECTIVE HEAD (M)	DISCHARGE AMOUNT	WATER DEMAND (L/SEC)
1	418.838	381.000	37.838	-12.7	-12.7
2	417.701	415.000	2.701	12.7	12.7
3	418.266	382.200	36.066	0.0	0.0
4	418.204	382.000	36.204	0.0	0.0
5	418.148	385.900	32.248	0.0	0.0
6	418.070	389.500	28.570	0.0	0.0
7	417.958	395.000	22.958	0.0	0.0
8	417.763	401.000	16.763	0.0	0.0

NAME OF SANITARY DISTRICT :

PIPE NO.	CONTACT FROM TO	DIAMETER (MM)	LENGTH (M)	DISCHARGE COEFFICIENT	DISCHARGE (L/SEC)	VELOCITY (M/SEC)	HEAD LOSS (M)	HYDRAULIC GRADIENT	FRICITION LOSS COEFFICIENT
1	3	250	1010.00	100	12.8	0.261	0.572	0.566	0.04064
2	3	250	110.00	100	12.8	0.261	0.062	0.564	0.04066
3	4	250	100.00	100	12.7	0.259	0.056	0.559	0.04068
4	5	250	140.00	100	12.7	0.260	0.078	0.560	0.04068
5	6	250	200.00	100	12.7	0.259	0.112	0.559	0.04068
6	7	250	350.00	100	12.7	0.259	0.195	0.558	0.04069
7	8	250	110.00	100	12.8	0.260	0.062	0.562	0.04067
			TOTAL		2020.00				

*** INPUT DATA *** Calcul de tuyauterie de distribution, Lukala

MINIMUM DIAMETER	-----	0.050 (M)
NUMBER OF PIPELINE	-----	57
NUMBER OF CONTACT	-----	48
NUMBER OF CONTACT DESIGNATING WATER HEAD	-----	1
HOURLY MAXIMUM WATER DEMAND	-----	1.0000 (L/SEC/CAPITA)
DESIGNATED CONTACT	-----	1
DESIGNATED WATER HEAD (M)	-----	415.6

CONTACT NO.	DIVERTED WATER HEAD (EL.M)	GROUND ELEVATION (EL.M)	EFFECTIVE HEAD (M)	DISCHARGE AMOUNT	WATER DEMAND (L/SEC)
1	415.600	415.000	0.600	-19.1	-19.1
2	415.018	401.000	14.018	0.0	0.0
3	413.455	395.000	18.455	1.2	1.2
4	414.717	390.000	24.717	0.0	0.0
5	414.148	389.500	24.648	1.2	1.2
6	414.226	389.100	25.125	0.4	0.4
7	414.130	390.400	23.730	0.4	0.4
8	414.480	384.400	30.081	0.0	0.0
9	414.373	382.000	32.373	0.0	0.0
10	414.176	382.800	31.376	0.0	0.0
11	413.632	382.800	30.832	0.0	0.0
12	414.307	383.400	30.907	0.0	0.0
13	414.213	385.100	29.113	0.5	0.5
14	413.941	370.400	43.542	0.4	0.4
15	413.632	382.300	31.332	0.1	0.1
16	414.267	380.000	34.267	0.0	0.0
17	414.161	379.800	34.361	0.1	0.1
18	413.405	382.200	31.205	0.4	0.4
19	413.406	383.300	30.106	0.0	0.0
20	411.567	386.600	24.967	0.4	0.4
21	411.193	383.100	28.093	0.3	0.2
22	411.287	381.900	29.387	1.0	1.0
23	411.138	382.300	28.838	0.6	0.6
24	411.182	381.800	29.382	0.3	0.3
25	411.046	387.600	23.446	0.3	0.3
26	412.011	382.500	29.511	0.2	0.2
27	410.407	379.700	30.707	0.9	0.9
28	410.077	379.100	30.977	0.1	0.1
29	410.035	379.100	30.935	0.0	0.0
30	409.903	379.500	30.403	0.3	0.2
31	409.829	380.000	29.829	0.5	0.5
32	409.426	381.700	27.726	1.2	1.2
33	410.423	378.700	31.723	2.1	2.1
34	410.430	378.500	31.930	0.3	0.2
35	409.974	380.000	29.974	0.6	0.6
36	409.908	382.200	27.708	1.3	1.3
37	410.544	382.200	28.344	1.4	1.4
38	411.243	387.100	24.143	0.3	0.3
39	409.872	382.200	27.672	0.0	0.0
40	409.737	381.000	28.737	0.4	0.4
41	409.379	380.200	29.179	0.5	0.5
42	409.626	387.500	22.126	1.1	1.1
43	409.623	388.000	21.623	0.3	0.2
44	411.107	381.400	29.707	0.0	0.0
45	409.993	378.700	31.293	0.0	0.0
46	409.936	378.500	31.436	0.0	0.0
47	409.754	384.800	24.954	0.0	0.0
48	409.691	383.800	25.891	0.0	0.0

NAME OF SANITARY DISTRICT :

PIPE NO.	CONTACT NO. FROM TO	DIAMETER (MM)	LENGTH (M)	DISCHARGE COEFFICIENT	DISCHARGE (L/SEC)	VELOCITY (M/SEC)	HEAD LOSS (M)	HYDRAULIC GRADIENT	FRICTION LOSS COEFFICIENT
1	1	200	170.00	100	18.8	0.600	0.582	3.424	0.03730
2	2	65	300.00	100	1.2	0.371	1.563	5.209	0.04830
3	2	200	100.00	100	17.6	0.560	0.301	3.013	0.03768
4	4	80	300.00	100	1.2	0.245	0.569	1.895	0.04962
5	4	65	150.00	100	1.0	0.288	0.491	3.275	0.05013
6	6	65	140.00	100	0.4	0.123	0.095	0.680	0.05085
7	4	200	100.00	100	15.4	0.491	0.236	2.363	0.03842
8	37	100	400.00	100	5.4	0.686	3.937	9.841	0.04104
9	37	100	180.00	100	2.9	0.372	0.570	3.166	0.04494
10	37	100	240.00	100	1.0	0.133	0.114	0.473	0.05232
11	9	200	100.00	100	7.7	0.246	0.066	0.657	0.04256
12	6	65	170.00	100	0.1	0.037	0.012	0.073	0.06794
13	12	80	100.00	100	0.8	0.168	0.094	0.940	0.05248
14	13	65	350.00	100	0.4	0.133	0.272	0.776	0.05625
15	9	100	50.00	100	2.3	0.299	0.106	2.119	0.04641
16	12	150	60.00	100	6.9	0.392	0.131	2.181	0.04167
17	10	65	150.00	100	0.1	0.044	0.015	0.103	0.06414
18	16	100	50.00	100	2.3	0.299	0.106	2.119	0.04641
19	10	150	260.00	100	6.8	0.384	0.544	2.092	0.04181
20	17	100	350.00	100	2.4	0.302	0.756	2.160	0.04634
21	11	65	50.00	100	0.0	0.012	0.000	0.010	0.07983
22	11	150	110.00	100	6.7	0.380	0.226	2.035	0.04187
23	19	100	50.00	100	0.2	0.030	0.001	0.029	0.06336
24	19	80	350.00	100	2.1	0.425	1.840	5.256	0.04573
25	20	65	120.00	100	0.9	0.281	0.374	3.113	0.05034
26	21	65	30.00	100	0.3	0.088	0.011	0.366	0.05873
27	21	65	100.00	100	0.4	0.110	0.055	0.547	0.05785
28	23	65	80.00	100	0.3	0.092	0.031	0.391	0.05943
29	44	65	150.00	100	0.3	0.094	0.061	0.409	0.05921
30	8	200	100.00	100	10.1	0.321	0.108	1.077	0.04091
31	22	65	130.00	100	0.5	0.163	0.149	1.144	0.05453
32	20	65	130.00	100	0.8	0.230	0.280	2.150	0.05185
33	22	65	110.00	100	0.3	0.093	0.044	0.400	0.05332
34	22	80	470.00	100	-1.1	-0.219	-0.724	-1.540	-0.05045
35	19	100	200.00	100	4.5	0.569	1.596	6.978	0.04219
36	18	80	530.00	100	2.2	0.440	2.982	5.627	0.04548
37	26	100	430.00	100	3.2	0.406	1.604	3.730	0.04436
38	27	100	140.00	100	2.5	0.317	0.330	2.354	0.04602
39	28	100	20.00	100	2.4	0.300	0.043	2.136	0.04638
40	29	100	90.00	100	1.9	0.245	0.132	1.462	0.04781
41	30	80	200.00	100	0.5	0.101	0.074	0.371	0.05654
42	30	100	830.00	100	1.2	0.148	0.477	0.5152	0.05152
43	27	80	280.00	100	-0.2	-0.036	-0.016	-0.056	-0.06579
44	29	100	400.00	100	0.5	0.059	0.042	0.105	0.05902
45	45	100	530.00	100	0.5	0.060	0.057	0.107	0.05891
46	46	100	240.00	100	0.5	0.062	0.027	0.114	0.05863
47	34	80	500.00	100	0.1	0.018	0.008	0.016	0.07284
48	34	65	250.00	100	0.7	0.210	0.456	1.825	0.05253
49	35	100	20.00	100	3.0	0.379	0.066	3.284	0.04481
50	39	100	200.00	100	1.3	0.161	0.135	0.675	0.05086

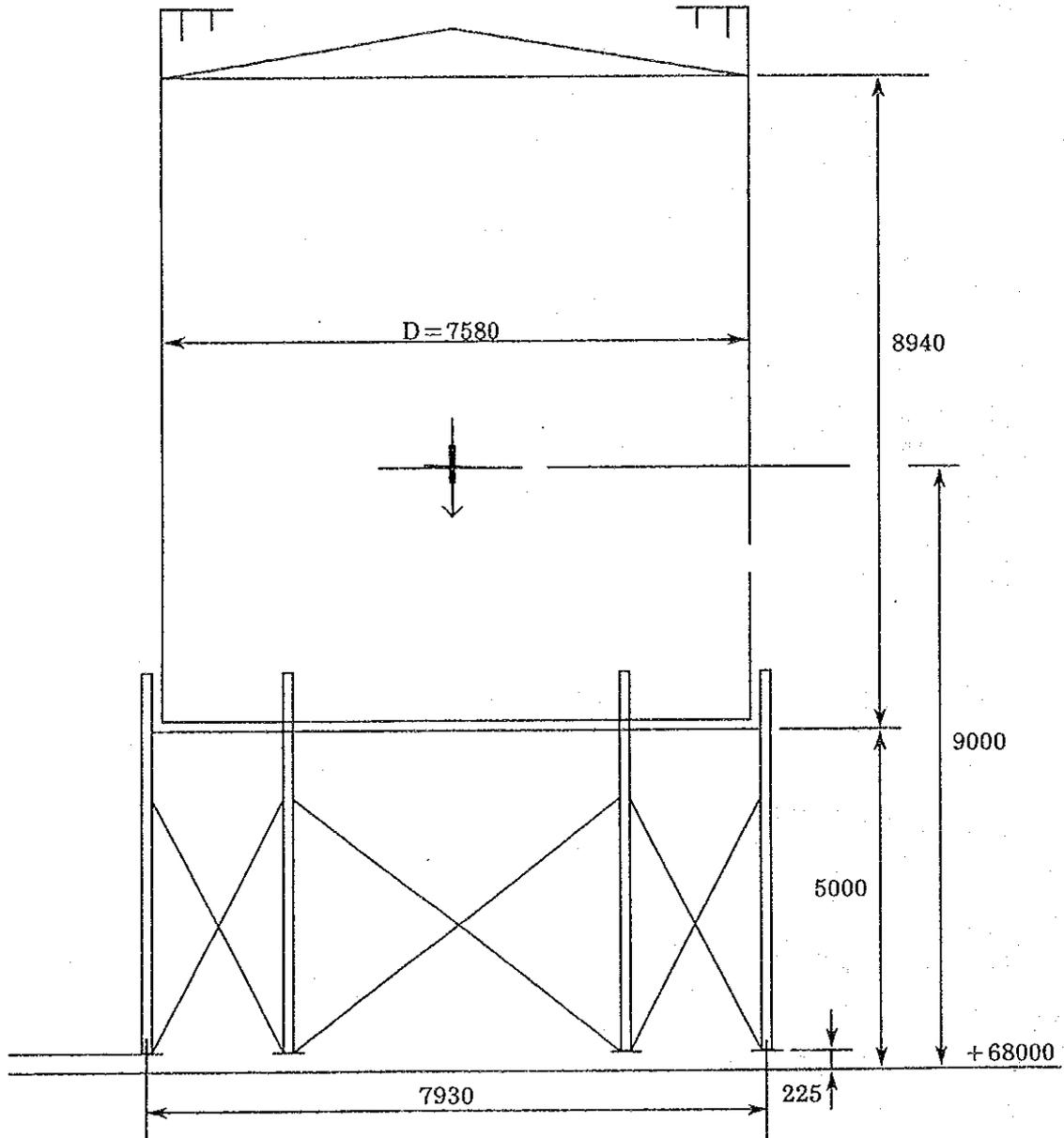
NAME OF SANITARY DISTRICT :

PIPE NO.	CONTACT FROM	CONTACT TO	DIAMETER (MM)	LENGTH (M)	DISCHARGE COEFFICIENT	DISCHARGE (L/SEC)	VELOCITY (M/SEC)	HEAD LOSS (M)	HYDRAULIC GRADIENT	FRICTION LOSS COEFFICIENT	
51	40	41	65	350.00	100	0.5	0.154	0.357	1.021	0.05503	
52	40	48	80	320.00	100	0.4	0.074	0.046	0.209	0.05920	
53	48	42	80	300.00	100	0.4	0.076	0.065	0.216	0.05904	
54	39	47	100	300.00	100	0.9	0.120	0.118	0.393	0.05310	
55	47	42	100	320.00	100	1.0	0.121	0.128	0.399	0.05304	
56	42	43	100	100.00	100	0.3	0.032	0.003	0.034	0.06456	
57	36	39	100	20.00	100	2.2	0.277	0.037	1.843	0.04693	
				TOTAL	12170.00						

A-6-6 Calcul de structure de réservoir surélevé

Calcul de résistance du réservoir surélevé de 300m³

Forme

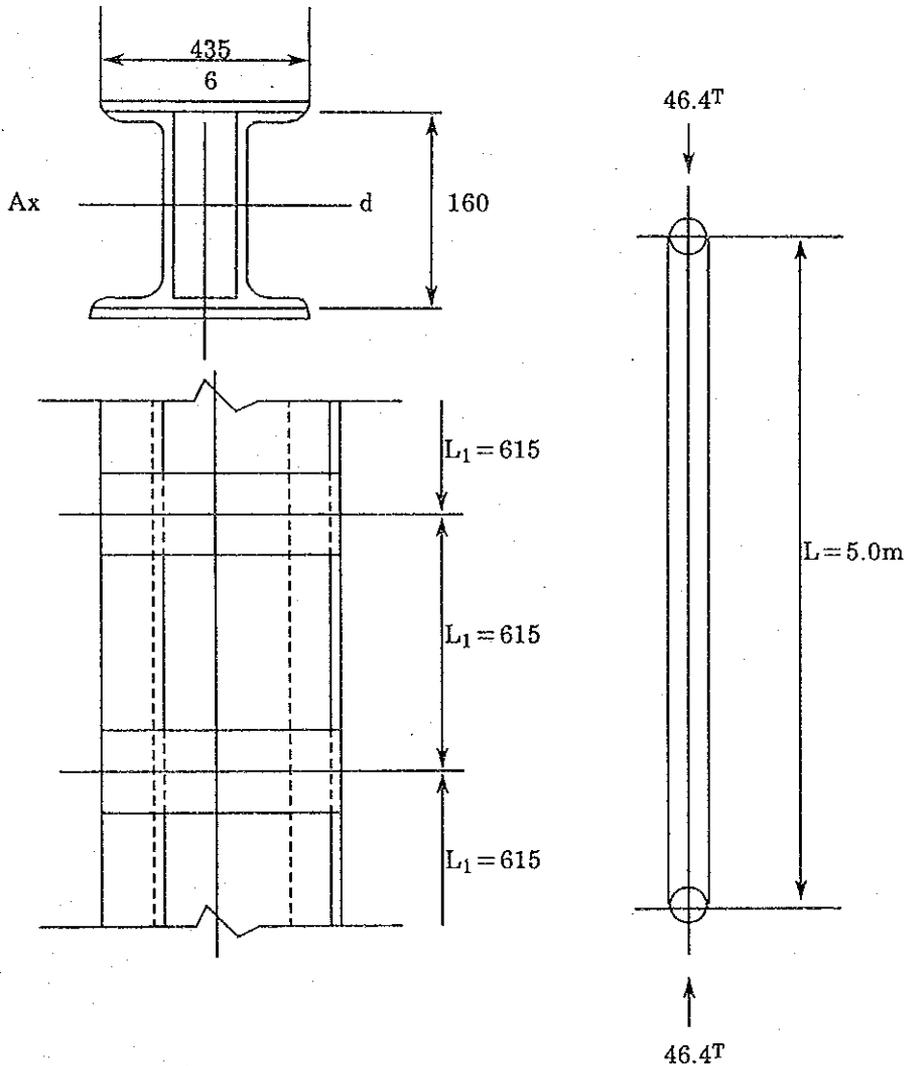


1. Calcul de résistivité de pilier

a. Condition de calcul

Poids de citerne	15 ^T	} Total 325 ^T (hypothèse)
Poids des eaux	300 ^T	
Poids des matières en acier	10 ^T	
Matière de pilier	2[160×65×9×13 (hypothèse)	
Charge de pilier	$= 325^T / 7 = 46.4^T$ (Hypothèse) (long-terme)	

b. Structure de pilier



C. Coefficient de la coupe

Module sectionnel minimum de rayon carré

$$ix = 0.31b = 0.31 \times 43.5 = 13.5 \text{ cm}$$

$$iy = 0.45d = 0.45 \times 16 = 7.2 \text{ cm}$$

$$\lambda y = \frac{Li}{iy} = \frac{61.5}{7.2} = 8.5$$

$$\lambda x = \frac{L}{ix} = \frac{500}{13.5} = 37$$

$$\begin{aligned} \frac{e}{z} &\cong \sqrt{\frac{L^2}{\lambda x^2 - \lambda y^2} - iy^2} \\ &= 2 \sqrt{\frac{500^2}{37^2 - 8.5^2} - 8.5^2} = 22 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$Ix = ai^2 = 58 \times 13.5^2 = 10.571 \text{ cm}^4$$

$$Zx = \frac{Ix}{e} = \frac{10.571}{22} = 481 \text{ cm}^3$$

2. Calcul contre renversement

a. Moment de renversement par pression du vent : Mw

$$M_w = P_w \times \frac{h}{2}$$

$$\begin{aligned} \text{Où } P_w &= (0.7 \times 60 \sqrt{h \times Z_w}) \times h \times D \\ &= (0.7 \times 60 \sqrt{13.94 \times 0.55}) \times 8.94 \times 7.58 \\ &= 5838 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Moment de résistance contre pression du vent : Rw

$$R_w = W_t \times \frac{D}{2}$$

Où W_t = poids total de citerne 15,000kg

$$R_w = 15000 \times \frac{7.58}{2} = 56.850 \text{ kg}$$

Stable quand $R_w > M_w$

c. Charge d'un pilier

Corp principal (plein eau)	315 tonnes
Poids de poutre armée	10 tonnes
moment de pression du vent	<u>46.6 tonnes</u>
	365,600kg-
365.600kg ÷ 7pilier = 52.200kg	

3. Coutrainte de Compression (δ_c)

$$\delta_c = \frac{W}{A} = \frac{52.2}{58} = 0.9 \text{ ton}$$

Rapport

$$\text{Longueur/Largeur} = \frac{L}{i_y} = \frac{500}{8.5} = 60$$

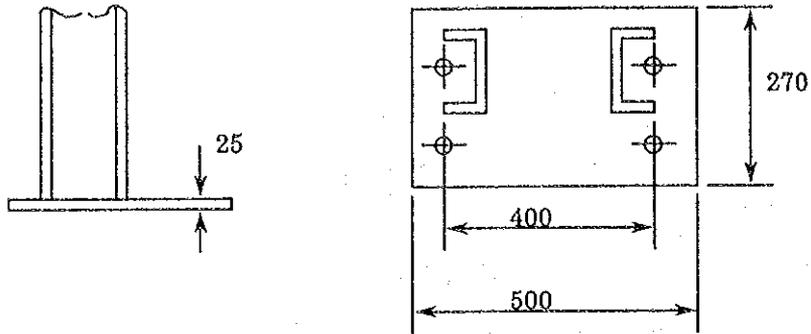
$$\lambda = 60 \quad f_c = 1.3 \text{ Ton/cm}^2$$

$$\delta_c = \frac{wN}{A} = \frac{1.3 \times 52.2}{58} = 1.17 \text{ T/cm}^2$$

$$\therefore 1.17 \text{ T/cm}^2 < 1.6 \text{ T/cm}^2 \quad \text{OK}$$

4. Support

a. Boulon d'ancrage



Boulon : $\phi 25$

$$a = 4.909 \text{ cm}^2$$

$$v = 35 \text{ (hypothèse)}$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{1468}{46.4} = 32 \text{ cm (hypothèse)}$$

$$x = e - \frac{D}{2} = 32 - 25 = 7 \text{ cm}$$

$$p = \frac{at}{bd} = \frac{9.82}{27 \times 40} = 0.0091$$

$$\frac{x}{d} = \frac{7}{40} = 0.18$$

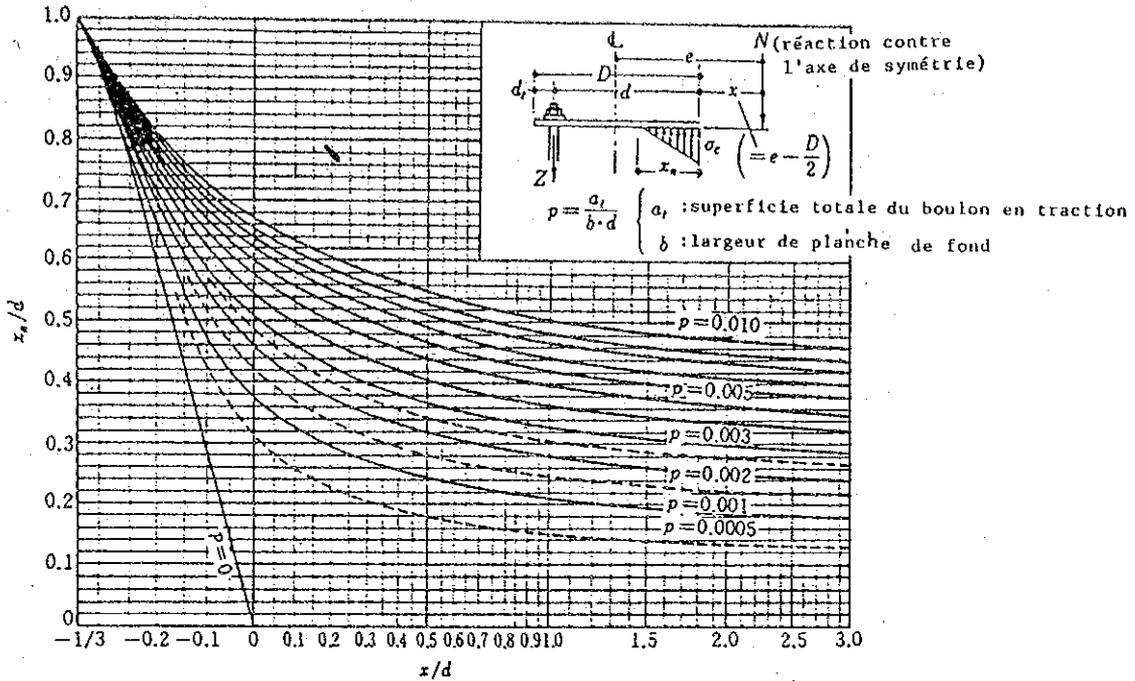


Figure de calcul de localité d'axe neutre de la planche de fond

$$\frac{x_n}{d} = 0.45$$

$$\therefore x_n = 40 \times 0.45 = 18 \text{ cm}$$

$$\delta c = \frac{2N(e + \frac{D}{2} - dt)}{bx_n(D - dt - \frac{x_n}{3})} = \frac{2 \times 46.4(32 + 25 - 5)}{27 \times 18(50 - 5 - \frac{18}{3})}$$

$$= 255 \text{ kg/cm}^2$$

$$M = \frac{1}{2} v^2 \delta c (1 - \frac{v}{3x_n}) = \frac{1}{2} \times 3.5^2 \times 255 \times (1 - \frac{3.5}{3 \times 18})$$

$$= 1468 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{1468}{46.4} = 32 \text{ cm}$$

$$T = \frac{N(e - \frac{D}{2} + \frac{x_n}{3})}{D - dt - \frac{x_n}{3}} = \frac{46.4(32 - 25 + \frac{18}{3})}{50 - 5 - 6} = 1.19 \text{ T}$$

$$\therefore 1.19 < 4.909 \times 1.2 \times 2 \times 1.5 = 17.67 \text{ t OK}$$

b. Plaque de fond

Supposant que la partie débordant de la collerette est considérée comme encorbellement,

Longueur : 3.5 cm

Xn : 18 cm

δc : 255 kg/cm²

Résistance admissible à la flexion à court terme

$$f_b = 1.5 \times \frac{2.4}{1.3} = 2.77 \text{ T/cm}^2 = 2770 \text{ kg/cm}^2$$

Supposant l'épaisseur de la plaque de fond à t

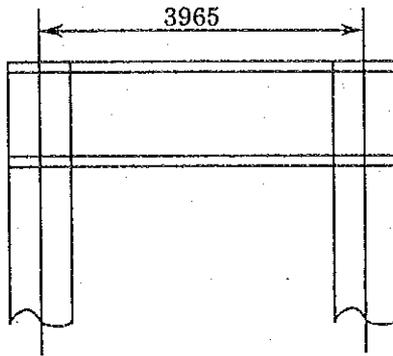
$$\begin{aligned} t &= v \sqrt{3 \times \frac{\delta c}{f_b} \left(1 - \frac{v}{3 \times n}\right)} \\ &= 3.5 \sqrt{3 \times \frac{255}{2770} \left(1 - \frac{3.5}{3 \times 18}\right)} \\ &= 1.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

$\therefore 2.5 \text{ cm} > 1.78 \text{ cm}$ OK

5. Calcul de résistance de la poutre

a. Couduite de calcul

$$\text{Charge sur chaque poutre} = 325 / 6 = 54.2^T$$



$$H = 400 \times 300 \times 10 \times 6 \text{ (SS 41)}$$

$$I_x = 38,700 \text{ cm}^4$$

$$Z_x = 1,900 \text{ cm}^3$$

$$\omega = \frac{54.2}{396.5} = 136.7 \text{ kg/cm}$$

b. Contrainte à la flexion

$$M = \frac{\omega l^2}{8} = \frac{136.7 \times 396.5^2}{8} = 2686.364 \text{ kg/cm}$$

$$\delta = \frac{M}{Z} = \frac{2686.364}{1.900} = 1,414 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore f_c = 1.600 \text{ kg/cm}^2 > 1.414 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

c. Flexion

$$\delta = \frac{5}{384} = \frac{W l^3}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{54.200 \times 396.5^3}{2.1 \times 10^6 \times 38,700} = 0.54$$

$$\frac{396.5 \times \frac{1}{500}}{500} = 0.793 > 0.54 \text{ cm OK}$$

A - 7 Détails des coûts d'exploitation et d'entretien

(1) Coût de personnel

Kimpese

Chef de station	1	$1 \times 6,000 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 126,000.-$
Chet de production, de réseau et opérateur radio	1	$1 \times 2,900 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 60,900.-$
Chargé de captage	1	$1 \times 1,200 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 25,200.-$
Chargé des équipements mécaniques et électriques	6	$6 \times 1,700 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 214,200.-$
Chargé de canalisation	2	$2 \times 1,200 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 50,400.-$
Responsable des abonnés (Réleveur - facturier)	3	$3 \times 1,200 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 75,600.-$
Comptable secrétaire	1	$1 \times 1,200 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 25,200.-$
Chauffeur	2	$2 \times 1,100 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 46,200.-$
Garde	1	$1 \times 1,000 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 21,000.-$
Total	<u>18</u>	<u>644,700.-</u>

Lukala

Chargé de captage	1	$1 \times 1,200 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 25,200.-$
Chargé des équipements mécaniques et électriques	6	$6 \times 1,200 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 214,200.-$
Chargé de canalisation	2	$2 \times 1,200 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 50,400.-$
Responsable des abonnés (réleveur - facturiés)	2	$2 \times 1,200 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 50,400.-$
Garde	1	$1 \times 1,200 \text{ Z} \times 21 \text{ j} = 21,000.-$

Total	<u>12</u>	<u>361,200.-</u>
Total général	<u>30</u>	<u>12,070,800 Z/ an</u>

(2) Coût de produits chimiques

1) Kimpese

Taux moyen d'injection = $5,200 \text{ m}^3/\text{j.} \times 1.0 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 5.2 \text{ kg/j.}$

Pittchlore, chlore effectif de 70%

Consommation moyenne = $5.2 \text{ kg/j.} / 0.7 = 7.4 \text{ kg/j.} = 223 \text{ kg/ mois}$

$223 \text{ kg} \times 200 \text{ Z/kg} = 44,600 \text{ Z/ mois}$

2) Lukala

Taux moyen d'injection = $1,100 \text{ m}^3/\text{j.} \times 1.0 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 1.1 \text{ kg/j.}$

Pittchlore, chlore effectif de 70%

Consommation moyenne = $1.1 \text{ kg/j.} / 0.7 = 1.57 \text{ kg/j.} = 48 \text{ kg/ mois}$

$48 \text{ kg} \times 200 \text{ Z/kg} = 9,600 \text{ Z/ mois}$

3) Total $54,000 \text{ Z/ mois} \times 12 \text{ mois} = 650,400 \text{ Z/ an}$

(3) Coût d'électricité

1) Kimpese

a) Charge électrique A

· Charge des équipements électrique

Pompe de captage $5.5 \text{ kw} \times 2 = 11 \text{ kw}$

Pompe de refoulement $37 \text{ kw} \times 4 = 148 \text{ kw}$

Agitateur d'équipement de $0.75 \text{ kw} \times 2 = \underline{1.5 \text{ kw}}$

stérilisation

160.5kw

· Éclairage

Lampe fluorescente $40 \text{ kw} \times 1 \times 1 = 40 \text{ w}$

"

$40 \text{ kw} \times 2 \times 13 = 1,040 \text{ w}$

$$\text{Mercure} \quad 1,000\text{w} \times 1 \times 3 = \underline{3,000\text{w}}$$

$$4,080\text{w}$$

$$\cdot \quad \text{Total} \quad 164.6 \text{ kw}$$

b) Besoin en électricité B

$$B = \{(160.5\text{kw} \times 24\text{h}) + (4.1\text{kw} \times 8\text{h})\} \times 30\text{j} = 116,544 \text{ KWH/Mois}$$

c) Redevance d'électricité

$$\begin{aligned} AB &= (99\text{kw} \times 100.73\text{Z/kw}) + \{(164.6\text{kw} - 99\text{kw}) \times 96 \text{ Z/kw}\} \\ &= 9,972.27 \text{ Z} + 6,297 \text{ Z} \\ &= 16,270 \text{ Z} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BC &= (99\text{kw} \times 24 \times 30) \times 0.823 \text{ Z/KWH} \\ &\quad + \{116,544 - (99 \times 24 \times 30)\} \times 0.739 \text{ Z/KWH} \\ &= 71,280 \times 0.823 + 45,264 \times 0.739 \\ &= 58,663 + 33,450 \\ &= 92,113 \text{ Z} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= AP + BC \\ &= 16,270 + 92,113 \\ &= 108,383 \text{ Z/ Mois} \end{aligned}$$

1) Lukala

a) Charge d'électricité A

◦ Charge des équipements électrique

Pompe de captage	$11\text{kw} \times 2 = 22 \text{ kw}$
Pompe de refoulement	$7.5 \text{ kw} \times 2 = 15 \text{ kw}$
Agitateur d'équipement de stérilisation	$0.75\text{kw} \times 2 = 1.5 \text{ kw}$
Pompe de mise en pression	$0.75\text{kw} \times 2 = \underline{1.5 \text{ kw}}$
	40kw

◦ Éclairage

Lampe fluorescente	$40 \text{ kw} \times 1 \times 1 = 40 \text{ w}$
	$40 \text{ kw} \times 2 \times 9 = 720 \text{ w}$

Mercuré	$1,000w \times 1 \times 3 = \underline{3,000 w}$
	$3,760w = 3.8kw$
Total	$40kw + 3.8kw = 43.8kw$

b) Besoin en électricité B

$$\begin{aligned}
 B &= \{(40kw \times 24h) + (3.8kw \times 8h)\} \times 30j \\
 &= \{960 KWH + 30.4KWH\} \times 30j \\
 &= 29,712 KWH/Mois
 \end{aligned}$$

c) Redevance d'électricité

$$\begin{aligned}
 AP &= 43.8kw \times 100.73Z/kw = 4,412 Z \\
 BC &= 29,712 kw \times 0.823 Z/KWH = 24,453 Z \\
 F &= AP + BC \\
 &= 28,865 Z / Mois
 \end{aligned}$$

3) Total

Kimpese	108,383 Z
Lukala	28,865 Z
Total	<u>137,248 Z</u>

× 12 mois

$$1,646,976 Z/an = \underline{1,647,000 Z /an}$$

(4) Coût d'exploitation et de gestion des véhicules
(carburant, huile, entretien)

1) Kimpese (déplacement moyen journalier de 40km/j)

1 camionnette pour transport

Carburant

$$40km/j. \div 5 km/l = 8l/j.$$

$$8 l / j. \times 33.0 Z/l = 264 Z/j.$$

$$264 Z/j. \times 25j. = 6,600 Z/j.$$

Entretien (y compris huile) (1% du prix d'approvisionnement représente le montant mensuel)

$$2,000,000 \text{ yen} \div 1.50 \text{ Z/yen} \times 0.01 = 13,333 \text{ Z}$$

1 Jeep de liaison

Carburant

$$40\text{km/j.} \div 4 \text{ km/l} = 10 \text{ l/j.}$$

$$10 \text{ l/j.} \times 33.0 \text{ Z/l} = 330 \text{ Z/j.}$$

$$330 \text{ Z/j.} \times 25 \text{ j.} = 8,250 \text{ Z/j.}$$

Entretien (y compris huile) (1% du prix d'approvisionnement représente le montant mensuel)

$$2,000,000 \text{ yen} \div 1.50 \text{ Z/yen} \times 0.01 = 13,333 \text{ Z}$$

Total Kimpese 41,516 Z

2) Lukala (déplacement moyen journalier de 20 km / j.)

1 Camionnette

Carburant

$$20\text{km/j.} \div 5 \text{ km/l} = 4 \text{ l/j.}$$

$$4 \text{ l/j.} \times 33.0 \text{ Z/l} = 132 \text{ Z/j.}$$

$$132 \text{ Z/j.} \times 25 \text{ j.} = 3,300 \text{ Z/Mois}$$

Entretien (y compris huile) (1% du prix d'approvisionnement représente le montant mensuel)

$$2,000,000 \text{ yen} \div 1.50 \text{ Z/yen} \times 0.01 = 13,333 \text{ Z}$$

Total Lukala 16,633 Z

Total Kimpese, Lukala 1,255,499 Z / Mois

× 12 Mois

15,065,964 Z / an

A - 8 Coût à la charge de la partie zaïroise

Le détail des coûts à la charge de la partie zaïroise est comme suit :

(unité : zaïre)

Kimpese

1) Source Kimuana

Coût d'acquisition de terrain	15,000.-
Nivellement, débroussaillage, route d'accès	128,350.-
Clôture	<u>75,000.-</u>
Total	218,350.-

2) Réservoir de distribution, station de pompage

Coût d'acquisition de terrain	36,750.-
Nivellement, débroussaillage, route d'accès	409,500.-
Clôture, fossé	<u>1,849,350.-</u>
Total	2,295,600.-

3) Réseaux

Coût d'acquisition de terrain	<u>320,000.-</u>
Total	320,000.-

4) Bureau de REGIDESO, magasin

Coût d'acquisition de terrain	225,000.-
Nivellement	1,365,000.-
Clôture	<u>4,777,500.-</u>
Total	6,367,500.- / 9,201,450.-

5) Travaux d'équipement électrique (6 km)

Coût d'équipement	47,867,000.-
Coût de réalisation	<u>12,533,000.-</u>
Total	60,400,000.-

Total Kimpese 69,601,450.- Z

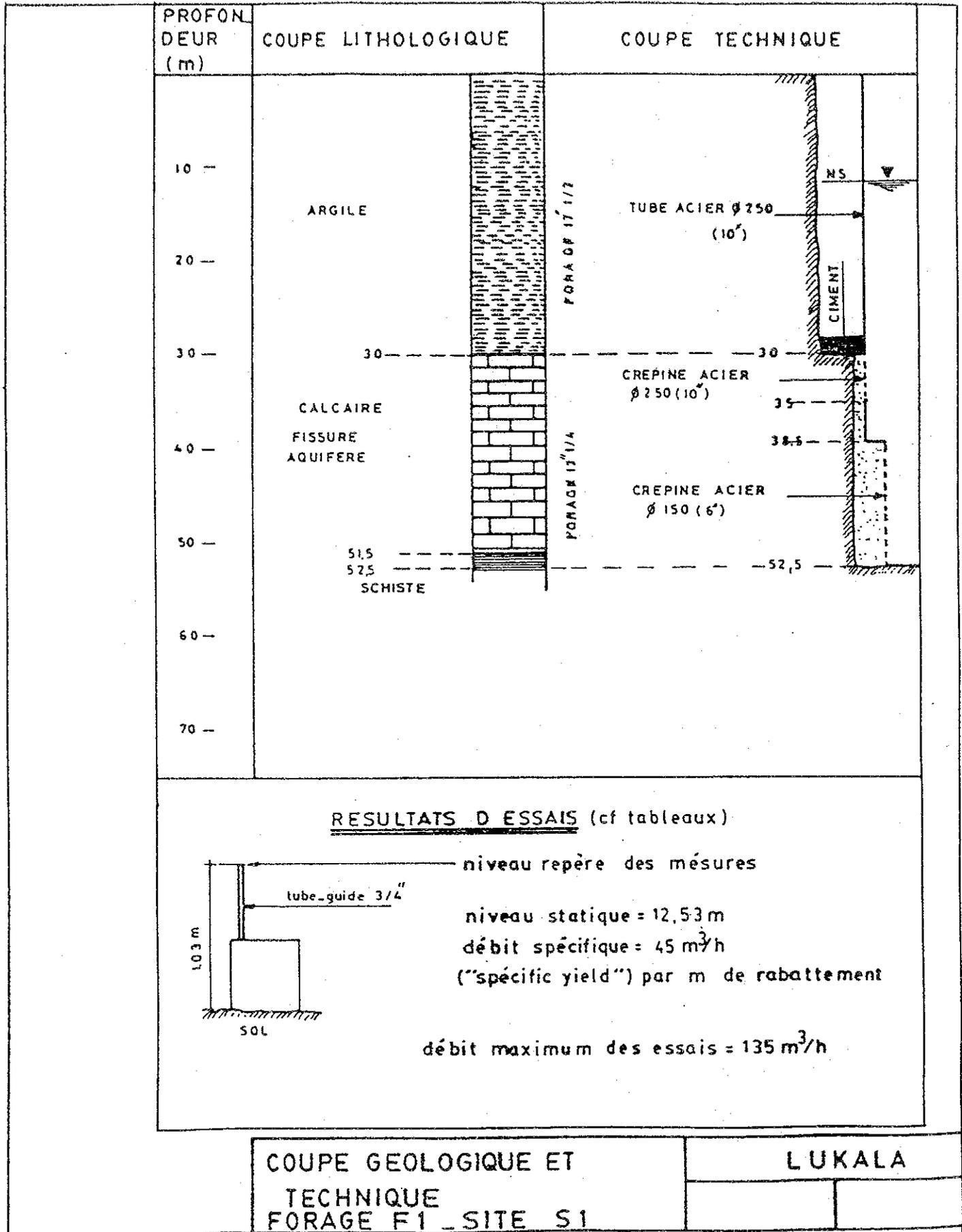
Lukala

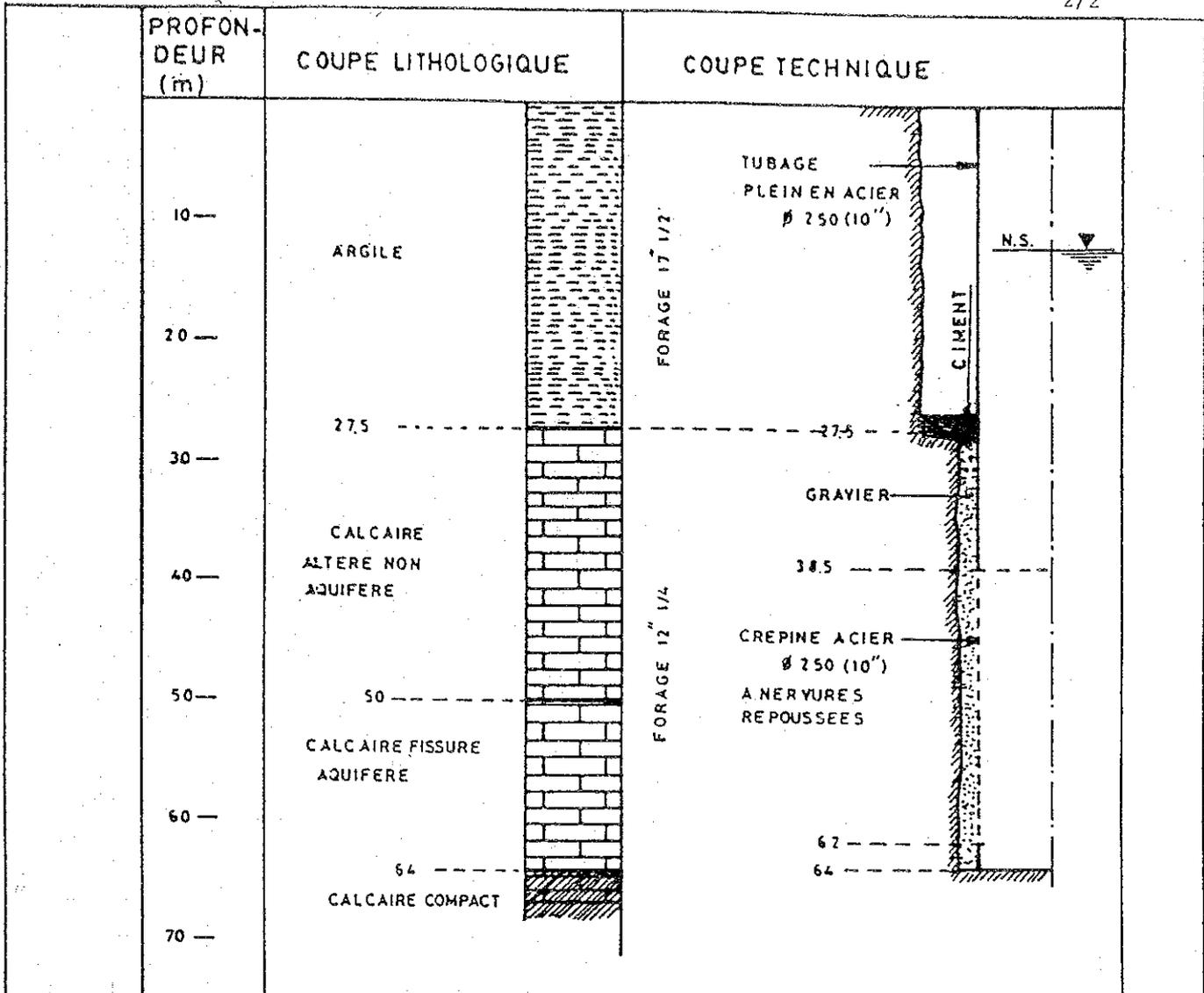
1) Captage	
Coût d'acquisition du terrain	900.-
Forage (3)	9,000,000.-
Essai de pompage	1,500,000.-
Nivellement	136,500.-
Clôture	917,280.-
Accessoires	<u>1,200,000.-</u>
Total	12,754,680.-
2) Equipement de refoulement	
Coût d'acquisition du terrain	6,000.-
Nivellement	182,000.-
Clôture	764,400.-
Fossé	<u>120,000.-</u>
Total	1,072,400.-
3) Equipement de distribution	
Coût d'acquisition du terrain	12,000.-
Nivellement	364,000.-
Clôture	1,146,600.-
Fossé	180,000.-
Coût d'acquisition de terrain pour canalisation	<u>130,000.-</u>
Total	1,832,600.-
4) Bureau REGIDESO, magasin etc.	
Coût d'acquisition du terrain	37,500.-
Nivellement	227,500.-
Fossé	<u>375,000.-</u>
Total	640,000.- / 16,299,680.-
5) Travaux d'équipement électrique (200m)	
Coût d'équipement	1,596,000.-
Coût de réalisation	<u>418,000.-</u>

Total	2,014,000.-
Total Lukala	18,313,680.- Z
Total Kimpese, Lukala	87,915,130.- Z

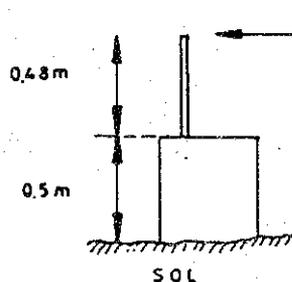
A - 9. Coupes Géologiques des Source - Forages

1/2





RESULTATS D'ESSAIS (cf tableaux des mesures)



niveau repère pour les mesures

niveau statique = 12,96 m

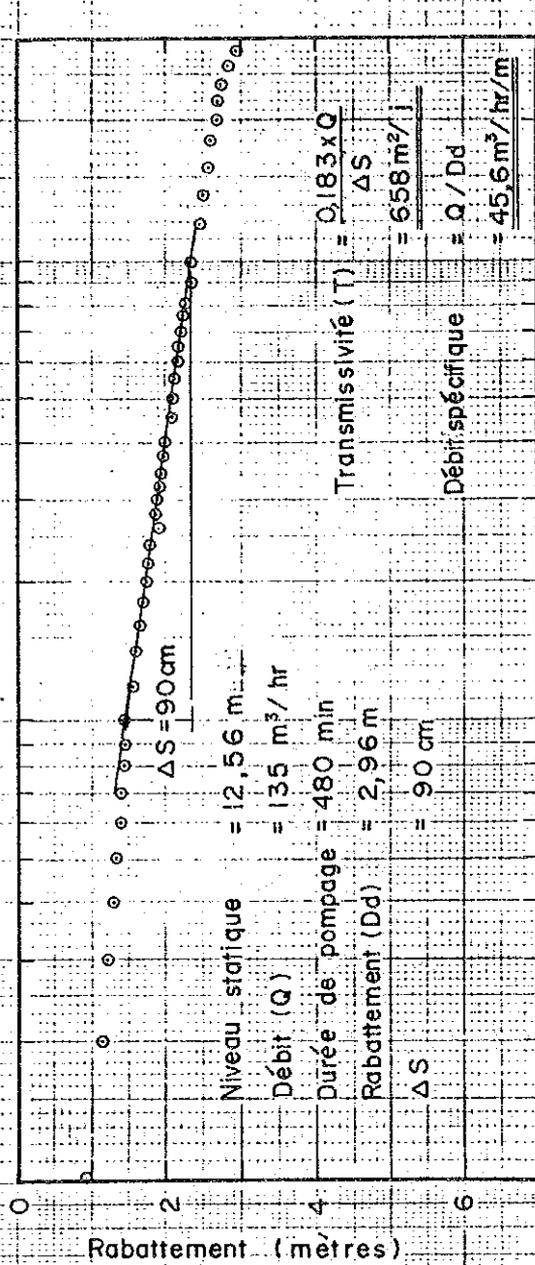
débit spécifique = 28 m³/h
("specific yield") par mètre de
rabattement

débit maximum des essais = 135 m³/h

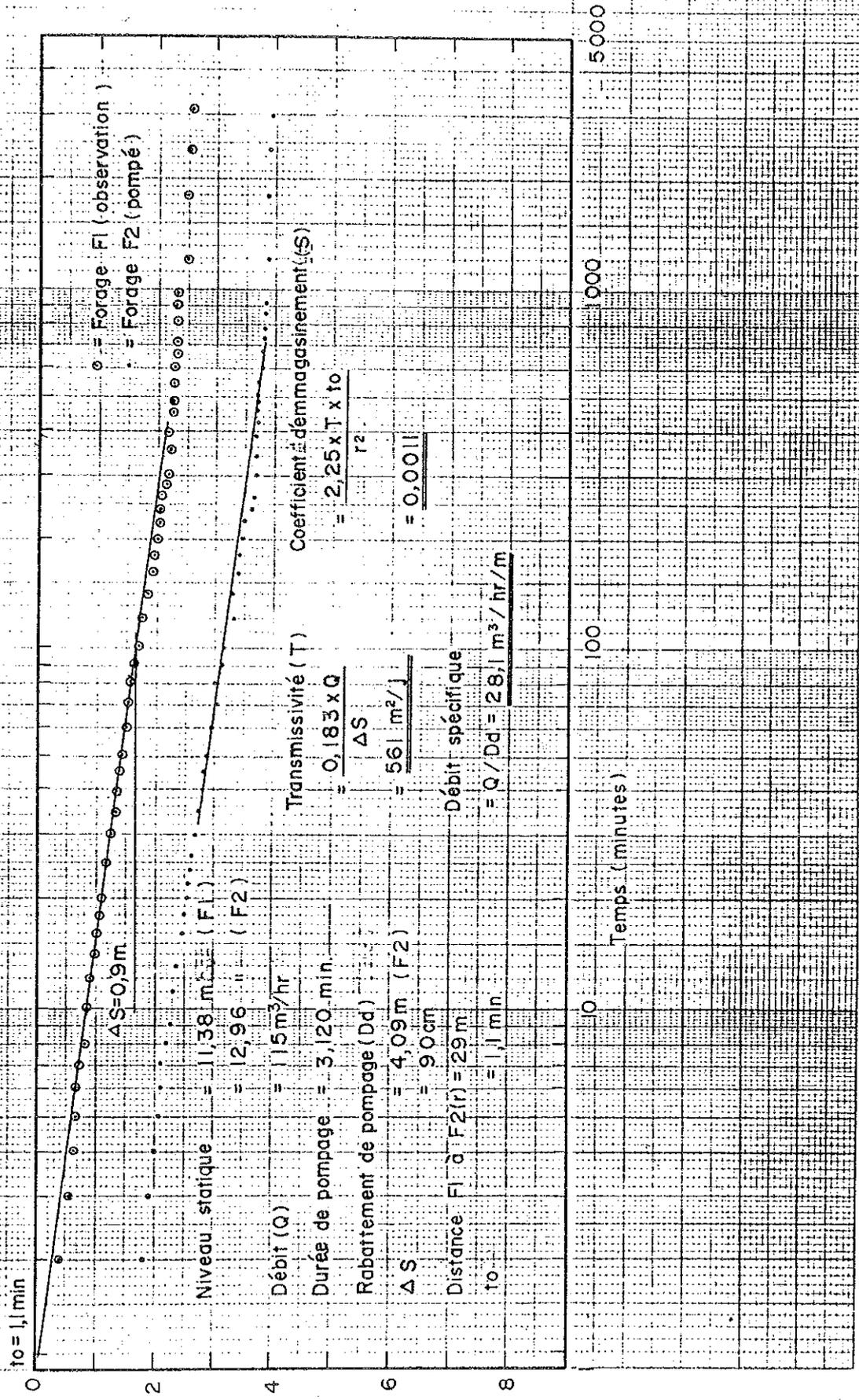
COUPE GEOLOGIQUE ET
TECHNIQUE
FORAGE F2 - SITE S1

LUKALA

Graphique Durée - Rabalement du Forage FI à Lukala



Graphique Temps - Rabattement du Forage F2 (pompe) et du Forage F1 (observation) à Lukala



to = 1,1 min

ΔS = 0,9m

Niveau statique = 11,38 m (F1)

ΔS = 11,38 m (F1)

Débit (Q) = 115 m³/hr

Durée de pompage = 3,120 min

Rabattement de pompage (Dd) = 4,09 m (F2)

ΔS = 90 cm

Distance F1 à F2(r) = 29 m

to = 1,1 min

Débit spécifique = $Q / Dd = 28 \text{ l m}^3 / \text{hr} / \text{m}$

Transmissivité (T) = $0,183 \times Q / \Delta S = 56 \text{ l m}^2 / \text{j}$

Coefficient de demagasinement (S) = $2,25 \times T \times t_o / r^2 = 0,0011$

Rabattement (mètres)

a-65

5000

1000

100

10

Temps (minutes)

JICA