09278

ORGANISATION POUR LA MISE

EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL

O.M.V.S.

ETUDE D'EXECUTION DU BARRAGE DE MANANTALI

O. M. V. S.
SECRETARIAT GENERAL
Centre de Documentation

RAPPORT FINAL

MISSION A.2.4 - PROJET DEFINITIF

DES EQUIPEMENTS DU BARRAGE

GROUPEMENT MANANTALI

Ingénieurs-Conseils

JUIN 1979

PREAMBULE

La deuxième phase des études du projet de barrage à MANANTALI a consisté essentiellement en l'établissement du projet définitif du barrage et la définition complète des ouvrages en vue de la rédaction des documents d'appel d'offres.

Ces études ont été réparties en neuf missions différentes ayant fait l'objet de rapports individuels édités en version provisoire au début de l'année 1979 :

- Mission A.2.1 : Reconnaissances complémentaires
  - Volume 1 : Topographie - Hydrométrie - Analyses d'eau
  - Volume 2 : Géologie et géotechnique
  - Volume 3 : Ciments, agrégats et bétons.

- Mission A.2.2 : Modèles physique et mathématique
  - Volume 1 : Modèle réduit hydraulique
  - Volume 2 : Modèle mathématique.

- Mission A.2.3 : Projet définitif des ouvrages de génie civil
  - Volume 1 : Mémoire descriptif
  - Volume 2 : Plans et figures
  - Volume 3 : Notes de calcul (en édition restreinte).

- Mission A.2.4 : Projet définitif des équipements du barrage

- Mission A.2.5 : Cahier des prescriptions spéciales du génie civil
  - Volume 1 : Cahier des prescriptions administratives
  - Volume 2 : Cahier des prescriptions techniques
  - (Lors de l'édition définitive, les prescriptions spéciales du génie civil sont incorporées au dossier d'appel d'offres).

R E S U M E

Le présent document répond à la mission A 2.4 (art. 11) des Termes de Références en ce qui concerne les Equipements du Barrage. Les équipements relatifs à la centrale hydroélectrique n'y figurent pas, la décision de construire celle-ci ayant été reportée à une date ultérieure.

Après un bref rappel des fonctions auxquelles doivent répondre les équipements du barrage, le rapport examine les conditions de fonctionnement, la conception des équipements et l'estimation prévisionnelle du coût des équipements.

Concernant les détails technologiques des équipements, le lecteur consultera le chapitre 2 "Spécification détaillée de l'équipement" du "Cahier des Prescriptions Techniques et Administratives des Equipements du Barrage" de l'Appel d'Offres. En effet, pour éviter une répétition inutile, la description détaillée du matériel n'a pas été reprise ci-après.

Pour des raisons de clarté, les consignes d'Exploitation et d'Entretien initialement prévues dans le rapport "Organisation Générale des Travaux" ont été incluses dans le présent rapport. Le lecteur qui désire approfondir les questions de régularisation, de laminage et d'évacuation des crues, consultera les études réalisées au cours de l'Avant-Projet.

TABLE DES MATIERES

Page

1. INTRODUCTION 1

1.1. BUT DES EQUIPEMENTS 1
1.2. EVACUATION DES CRUES 2
1.3. PRODUCTION D'ENERGIE ET PUISSANCE INSTALLEE 2

2. VANNES DU DEVERSOIR ET DES EVACUATEURS DE DEMI-FOND 5

2.1. ROLE DES VANNES 5
2.2. VANNES DE DEVERSOIR 5
2.3. VANNES DE DEMI-FOND 8
2.4. MANOEUVRE DES VANNES 10

3. ADDUCTIONS D'EAU VERS LA CENTRALE 14

3.1. CARACTERISTIQUES 14
3.2. GRILLES ET DEGRILLEUR 15
3.3. ENTONNEMENT 15
3.4. VANNES BATARDEAUX 15
3.5. PORTIQUE A BATARDEAU 16
3.6. CONDUIT DE SECTION RECTANGULAIRE 16
3.7. VANNES WAGONS 17
3.8. TRANSITION ET CONDUITE CIRCULAIRE 18
3.9. PRISE D'EAU POUR L'IRRIGATION 19
3.10. PRISE D'EAU POUR LA MICROTURBINE 19
3.11. BATARDEAUX A LA SORTIE DES ASPIRATEURS 20
3.12. PROTECTION 21
3.13. PERTES DE CHARGE 21
3.14. MODE OPERATOIRE 21

4. EQUIPEMENTS AUXILIAIRES A PREVOIR POUR LA PREMIERE PHASE DU PROJET 25

4.1. RESEAU ELECTRIQUE 25
4.2. PRODUCTION D'ENERGIE 27
4.3. DISTRIBUTION DE L'ENERGIE 29

Page

4.4. ECLAIRAGE 32
4.5. RESEAU DE MISE A LA TERRE 35
4.6. TELEPHONIE 37
4.7. ATELIER DE MECANIQUE 38
4.8. INSTALLATION DE DRAINAGE ET D'ARROSAGE 40
5. CONSIGNES D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN 41
5.1. PROGRAMME D'ENTRETIEN 41
5.2. DEVERSOIR DE CRUES 42
5.3. EVACUATEURS DE DEMI-FOND 43
5.4. PRISES D'EAU ET ADDUCTIONS 45
5.5. PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE 46
5.6. ETABLISSEMENT D'UN FICHIER 48

6. ESTIMATION des COUTS 50

LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Capacité d'évacuation du déversoir en fonction du niveau de la retenue et de l'ouverture d'une passe.

Fig. 2. Capacité d'évacuation de la vidange de fond en fonction du niveau de la retenue et de l'ouverture du pertuis.

Fig. 3. Consignes de manoeuvre des vannes pour les niveaux supérieurs à 208 m.

Fig. 4. Plan A 2.4.111 Vue d'ensemble du barrage.

Fig. 5. Plan A 2.4.106 Barrage - Auxiliaires électriques au niveau 164 m.

Fig. 6. Plan A 2.4.107 Barrage - Auxiliaires électriques au niveau 212 m.

Fig. 7. Plan A 2.4.108 Barrage - Equipements du déversoir.

Fig. 8. Plan A 2.4.109 Barrage - Equipements des évacuateurs de demi-fond.

Fig. 9. Plan A 2.4.110 Barrage - Equipements des prises d'eau et adductions.

1. INTRODUCTION

1.1. BUT DES EQUIPEMENTS

Le présent rapport constitue le projet définitif des équipements hydromécaniques du barrage de MANANTALI.

Ces équipements sont conçus et dimensionnés pour répondre aux fonctions définies dans l'étude de la Mission A.1.11 - Etude des Variantes - Rapport final - et résumées ci-après :

- fournir les débits nécessaires à l'irrigation et à la navigation dans la vallée du fleuve SENEGAL ;
- créer une crue artificielle pouvant atteindre 2.500 m3/s pendant un mois ;
- évacuer, en utilisant les possibilités de laminage de la retenue, les crues naturelles pouvant survenir.

En outre, l'installation d'une centrale hydroélectrique permettra une production d'énergie atteignant, en stade final, de l'ordre de 800 GWh/an.

Toutefois, la décision a été prise de reporter provisoirement la construction de la centrale hydroélectrique, du poste H.T. et des lignes H.T.

Ce rapport définit les équipements nécessaires à la première phase du projet, c'est-à-dire :

- vannes du déversoir du barrage et vidanges de demi-fond;
- prises d'eau et conduites forcées enrobées dans les contreforts et destinées à alimenter la future centrale ;
- auxiliaires électriques nécessaires à l'alimentation locale et à l'exploitation du barrage.

1.2. EVACUATION DES CRUES (*)

Les vannes du barrage ont été dimensionnées pour évacuer les débits des crues. Elles comptent sept vannes pour les évacuateurs de demi-fond et huit vannes de surface.

Les débits maxima nécessaires pour produire la crue artificielle sont évacués par les vannes de demi-fond situées au pied des contreforts. Le nombre de pertuis à ouvrir varie en fonction du niveau amont :

Niveau amont m	Nombre de pertuis ouverts	Débit correspondant m3/s	
208	5	2.450	(5 x 490)
194	6	2.460	(6 x 410)
187	7	2.555	(7 x 365)

Ces pertuis de demi-fond, dimensionnés pour la production des crues artificielles, peuvent également participer à l'évacuation des crues naturelles

Lors des crues exceptionnelles, l'ensemble des vannes de surface et de fond participeront à l'évacuation des débits suivants, pour un niveau amont de départ de 199 m :

Fréquence de la crue années	Niveau maximum atteint m	Débits évacués par l'ensemble des vannes m3/s
100	209,55	3.763
1.000	210,41	5.249
10.000	211,17	7.481

1.3. PRODUCTION D'ENERGIE ET PUISSANCE INSTALLEE

La future centrale est concue pour assurer une production d'énergie annuelle de 800 GWh minimum. Une énergie supplémentaire pourra être produite d'une part en turbinant les compléments d'eau nécessaires à l'irrigation et/ou à la navigation durant certaines périodes de l'an-

(*) pour le dimensionnement hydraulique, voir mission A2.3. Vol.3 § 1.6.

née et d'autre part en turbinant une partie des débits qui auraient été évacués par les vannes du déversoir lors des crues. Cette énergie supplémentaire pourra atteindre jusqu'à 150 GWh par an.
La puissance nominale d'un groupe turbine-alternateur est choisie, compte tenu des caractéstiques du parc de production du réseau. Toutefois, à Manantali, elle est limitée :

- par les contraintes de transport par chemin de fer,
- par le débit admissible dans l'adduction et dont le diamètre de celle-ci a été limité à 4,80 m en tenant compte de la largeur des contreforts,
- par l'entre-axe des contreforts du barrage fixé à 15,40 m, déterminant ainsi l'entre-axe des groupes.

En conséquence, la puissance nominale de chaque turbine est fixée à 40 MW sous 40 m de chute nette.

Le facteur de charge de la centrale a été fixée à 0,8 dans le cas de l'alimentation de consommateurs miniers,et à un facteur voisin de 0,6 dans le cas de consommateurs urbains.

Le nombre de groupes nécessaires est fixé ci-après :

Consommateurs	Productible GWh/an	Puissance moyenne MW	Facteur de charge	Puissance de pointe MW	Nombre de groupes
Miniers	800	91,3	0,8	114	3
Urbains	800	91,3	0,6	152,2	4

Un groupe supplémentaire est prévu dans chaque cas, étant donné l'importance de la centrale de MANANTALI dans le réseau interconnecté. Ce groupe de réserve a les fonctions suivantes :

- remplacer un groupe défaillant suite à un déclenchement,
- remplacer un groupe mis à l'arrêt pour inspection, entretien périodique ou révision approfondie,
- assurer la production d'énergie supplémentaire en utilisant les excédents d'eau.

La centrale comprendrait donc 4 machines pour l'alimentation des mines et 5 machines pour l'alimentation des villes. Cependant, comme l'évolution du marché des consommateurs est difficile à prévoir à très long terme, le projet définitif prévoit l'installation de 4 machines avec la possibilité d'en ajouter une cinquième.

Le barrage est dès lors conçu avec cinq prises d'eau et leurs adductions correspondantes.

2. VANNES DU DEVERSOIR ET DES EVACUATEURS DE DEMI-FOND

2.1. ROLE DES VANNES

Ces vannes du barrage sont appelées à jouer plusieurs rôles :

- évacuer les crues naturelles,
- créer une crue artificielle,
- régulariser le débit du fleuve. Cette dernière fonction sera ultérieurement assurée en grande partie par les débits turbinés par la future centrale hydroélectrique.

Pour répondre à ces diverses exigences et respecter les débits à évacuer déterminés par les études de régularisation, l'ouvrage comporte des évacuateurs de surface et des vidanges de demi-fond.

Après dimensionnement, les débits évacués par chaque passe ont été déterminés sur modèle réduit à l'échelle 1/40°. Les valeurs des débits reprises dans ce rapport sont basées sur les essais du modèle.

2.2. VANNES DE DEVERSOIR (Fig. 4 et 7)

2.2.1. Vannes-segment

a) Caractéristiques

Pour la commande des 8 déversoirs de crues, chaque évacuateur de surface est muni d'une vanne segment. Le rôle principal de ces pertuis est l'évacuation des débits de crue et des débits excédentaires, lorsque le niveau de la retenue dépasse la cote 208 m. Grâce à la superficie énorme de la retenue (480 km2), les variations du niveau s'effectueront très lentement.

En première phase, avant la mise en exploitation de la centrale hydroélectrique, deux vannes de surface assureront la régulation des débits nécessaires à la navigation et à l'irrigation au-delà du niveau amont 205 m.

Les vannes sont caractérisées par les dimensions suivantes :

- Largeur de chaque pertuis	9,00 m
- Hauteur du seuil	202,00 m
- Bord supérieur de la vanne-segment	208,05 m
- Niveau d'eau maximum	211,05 m

Les vannes sont conçues pour fonctionner pendant une période indéterminée en position partiellement ouverte et à pleine ouverture. Dans ce dernier cas, il existe une distance suffisante entre leur bord inférieur et le niveau d'eau de la lame déversante.
D'autre part, un seuil déversant est prévu à la partie supérieure et centrale des vannes-segment permettant une submersion jusqu'à une hauteur de 1 m. Dans la situation exceptionnelle d'un niveau d'eau maximum et d'une panne simultanée à une vanne, une hauteur de submersion occasionnelle de 2 m est encore admissible. On veillera dans ce cas à placer le jeu de batardeaux en amont de la vanne pour éviter ce déversement excessif.

b) Construction

La vanne-segment est une construction métallique complètement soudée. La paroi amont est une tôle cintrée en acier formant le tablier. Les faces latérales de ce tablier sont munies d'une étanchéité en profilés en caoutchouc, en forme de note de musique ou d'une étanchéité similaire et le bord inférieur d'une étanchéité en caoutchouc plat.
Equipé d'une tôle profilée déversante, le bord supérieur de la vanne-segment est conçu d'une telle manière que des vibrations nuisibles ne se présenteront pas en cas de submersion.
Les forces agissant sur ce tablier sont dérivées vers la partie en béton par deux bras supports en profilés laminés. La conception de ces vannes-segment permet un entraînement parfait.
Les paliers des vannes sont réglables, de sorte qu'un bon fonctionnement sera garanti. En outre, il est prévu que la vanne aura un guidage latéral jusqu'en position complètement ouverte.
On satisfera aux exigences de la protection contre la corrosion moyennant une peinture correspondante et un choix convenable des matériaux pour les parties soumises à frottement.

c) Organes d'entraînement

Chaque vanne-segment est levée et baissée à volonté moyennant deux mécanismes d'entraînement par chaîne placés de part et d'autre de la vanne. Le synchronisme de ces organes d'entraînement doit être garanti pour assurer un bon fonctionnement. En outre, il est possible de maintenir la vanne dans n'importe quelle position pendant des périodes assez longues. Normalement, le dispositif de levage est entraîné par des moteurs triphasés. En cas d'une panne à ces moteurs, il est

possible de commander les vannes-segment par manivelle.

A l'ouverture des vannes-segment, les chaînes des organes d'entraînement sont emmagasinées sur des glissières, de telle sorte qu'elles n'entrent pas en contact avec l'eau.

d) Commande

Les mécanismes d'entraînement de chaque vanne peuvent être commandés soit localement, soit à distance à partir du pupitre de la salle de commande située à l'aval de la pile centrale du déversoir.
Les ordres sont donnés pas à pas par la manoeuvre des boutons-poussoirs correspondants. Chaque manoeuvre de vanne est signalée au pupitre par une lampe clignotante.
Les pas d'ouverture sont les suivants :

pas 1 :	0,50 m	pas 4 :	3,20 m
pas 2 :	1,20 m	pas 5 :	4,50 m
pas 3 :	2,10 m	pas 6 :	7,00 m

Deux vannes peuvent être asservies automatiquement aux variations du niveau amont entre 208,05 et 208,35 m.

La position de chaque vanne-segment est indiquée localement et à distance.

2.2.2. Vannes de secours

Pour des cas de panne ou de révision, on prévoit devant chaque vanne-segment un dispositif de guidage permettant d'installer une vanne de secours à batardeaux.
Cette vanne est exécutée comme construction complètement soudée et se compose de 5 éléments. On envisage 1 jeu complet dont les éléments seront logés entre les passes des vannes.
Les éléments sont conçus de façon à couper le débit lors de leur mise en place en cas de blocage en position ouverte d'une vanne-segment correspondante.
Les différents éléments sont installés par un portique à l'aide d'un palonnier fonctionnant automatiquement.

2.2.3. Portique de manutention

Un portique est prévu pour la réparation et l'entretien des vannes de secours et des cylindres d'entraînement hydrauliques des vannes de demi-fond et pour l'installation des vannes à batardeaux. Sa conception permet de satisfaire complètement aux exigences susmentionnées.

Le chemin de roulement parallèle à l'axe du barrage est constitué de rails ancrés aux poutres en béton préfabriqué formant ponts, et aux piles du déversoir. Le mouvement perpendiculaire à l'axe du barrage s'effectue à l'aide d'un chariot roulant qui porte en même temps le dispositif de levage.

2.3. VANNES DE DEMI-FOND (Fig. 4 et 8)

2.3.1. Vannes-segment

a) Caractéristiques

Les sept vannes de demi-fond sont prévues pour l'évacuation des crues importantes et, en première phase, pour la régulation des débits nécessaires à la navigation et à l'irrigation ainsi que pour la production de la crue artificielle pendant les premières années après la mise en service du barrage.

Les 7 vannes-segment réglables ont les dimensions suivantes :

- Largeur libre	3,8 m
- Hauteur libre (verticale)	4,8 m
- Niveau du seuil	155,00 m
- Niveau d'eau max.	211,05 m
- Plate-forme de service à la cote	164,00 m

b) Construction

La construction de ces vannes-segment correspond en principe à celle des vannes de surface.
Les différences fondamentales sont les suivantes :

- les paliers des bras-supports parallèles se trouvent au-dessus de l'ouverture d'écoulement,
- un joint assurant l'étanchéité à la partie supérieure de la vanne doit être prévu. De ce fait, le tablier amont doit être très bien profilé et constitué par exemple de tôles en acier inoxydable.

c) Organes d'entraînement

Chaque vanne-segment est commandée à l'aide d'un cylindre de levage hydraulique. Ce cylindre de levage et le dispositif d'entraînement correspondant sont logés dans la galerie de service à la cote 164,00 m.

La jonction cylindre de levage/vanne-segment est constituée par la tige du piston en matériau inoxydable installée au milieu. La vanne peut être arrêtée à des hauteurs fixées préalablement et y maintenue pour une durée indéterminée.

L'organe d'entraînement proprement dit se compose d'une pompe hydraulique entraînée par un moteur triphasé. En outre, on prévoit en cas de besoin une pompe à main de secours.

Pour la correction de la position de la vanne dans une ouverture intermédiaire par suite de pertes d'huile, on veillera à ce qu'après l'abaissement de la vanne de 10 mm la position soit rétablie automatiquement.

d) Commande

Chaque vanne-segment peut être commandée soit localement soit à distance à partir de la salle de commande (voir § 2.2.1.d).
Les pas d'ouverture à prendre en considération sont les suivants :
pas 1 : 1,60 m (1/3) pas 2 : 3,20 m (2/3) pas 3 : 4,80 m (3/3).

En outre, deux vannes symétriques doivent pouvoir s'ouvrir dans toutes les positions entre 0 et 4,80 m afin d'assurer un réglage fin du débit.

2.3.2. Pont-roulant

Pour le montage et l'entretien des 7 vannes de demi-fond, on prévoit un pont-roulant dont la voie de roulement se trouve à la cote 170,00 m.
Ce pont-roulant peut aussi être utilisé pour des travaux correspondants se présentant aux vannes de garde des turbines.

2.3.3. Vannes de garde

Comme vanne de garde pour les vannes de demi-fond, on prévoit chaque fois à l'aval de l'entonnement d'entrée, une vanne-wagon commandée à l'aide d'un cylindre de levage hydraulique. Cette vanne peut être ouverte sous pleine charge (pression hydraulique) et fermée sous le débit maximum, en cas de besoin par son propre poids.

Le corps de la vanne se compose de deux éléments et est complètement soudé. Les deux éléments sont reliés d'une telle manière que le démontage pourra s'effectuer sans difficultés. Les guidages de la vanne-wagon sont prolongés vers le haut, de sorte que la vanne pourra être levée jusqu'à la plateforme de révision à la cote 204,00 m. La liaison entre la vanne et le cylindre se fait par brimbales démontables.

Les cylindres d'entraînement hydrauliques se trouvent sur la crête du barrage à la cote 212,00 m et sont en mesure de maintenir la vanne en position ouverte pendant une durée indéterminée.

La commande électrique des vannes de garde est prévue de telle manière que le levage ou l'abaissement s'effectuera en une seule opération.
La commande est locale et située à proximité du groupe de pompage.

2.3.4. Blindage

En raison des grandes charges hydrauliques, les parois des 7 ouvertures d'écoulement de demi-fond sont blindées moyennant des tôles d'acier. Ce blindage est dimensionné compte tenu de la pression hydraulique maximale extérieure. Les guidages des vannes-wagon de garde ainsi que les vannes-segment seront solidarisés au blindage. Dans le blindage du plafond à l'aval des vannes-wagon de secours, on prévoit en outre une tuyauterie d'aération.

2.4. MANOEUVRE DES VANNES

Lors de la manoeuvre des vannes pour l'évacuation de débits importants, la même ouverture pour toutes les vannes de demi-fond sera réalisée de façon à répartir uniformément le débit dans le bassin amortisseur et à éviter les tourbillons dans le besoin d'amortissement.
Au-delà du niveau amont 205 m, les vannes de surface sont utilisées de la même manière.

2.4.1. Mesure des niveaux

Dès l'installation du chantier, un système d'annonce des crues sera mis en service et comprendra des limnimètres à DAKKA-SAIDOU, à BAFING-MAKANA et à MANANTALI. Ces appareils serviront ultérieurement à la gestion de l'ouvrage et fourniront des indications utiles principalement lors de crues importantes.

Un nouveau limnimètre placé en amont mesurera le niveau du lac et sera lié à l'automaticité de deux vannes de surface.

2.4.2. Débits pour la navigation et l'irrigation

Les débits à assurer seront variables suivant les saisons et fonction des besoins à Bakel mais ne seront jamais supérieurs à 513 m3/s.

a) Sous le niveau 205 m :

- manoeuvre des deux vannes de demi-fond à "réglage fin" selon le débit désiré à l'ouverture indiquée sur le graphique "capacités d'évacuation de la vidange de fond en fonction du niveau de la retenue et d'un pertuis" fig . 2.

  Sous le niveau 205, les vannes de surface ne participent pas à l'évacuation des débits, étant donné que l'écoulement sous les vannes est instable, c'est-à-dire tantôt en charge, tantôt dénoyé. Les vannes de surface ne sont utilisées qu'à partir du niveau amont 205 m.

b) Au-dessus du niveau 205 m :

- manoeuvre de deux ou plusieurs vannes de surface réparties symétriquement selon le débit désiré à l'ouverture indiquée sur le graphique "capacités d'évacuation du déversoir en fonction du niveau de la retenue et de l'ouverture d'une passe" fig. 1.
  Au-delà du niveau 207 m, l'ouverture de deux vannes est suffisante.
  Notons que l'arrêt d'une vanne à une position intermédiaire pour un réglage "fin" du débit est possible en interrompant la manoeuvre en cours par action sur le bouton-poussoir ARRET.

2.4.3. Débits pour la crue artificielle

Ces débits, pouvant atteindre un maximum de 2.500 m3/s sont assurés par les vannes de demi-fond ou éventuellement par les vannes de surface si le niveau amont est voisin de 207-208 m.
Comme dit précédemment, on veille à l'ouverture identique des différentes vannes, le réglage fin s'opérant par les deux vannes de demi-fond prévues à cet effet.

2.4.4. Evacuation des crues

Après de nombreux essais effectués à l'aide d'un modèle de calcul, la loi d'ouverture reprise dans le tableau "consignes de manoeuvre des vannes" fig. 3 a été retenue. Elle présente l'avantage d'avoir une ouverture bien étagée et de ne nécessiter qu'une tranche de laminage relativement faible.

A partir du niveau 208,05 m, les deux vannes de surface situées à chaque extrémité du déversoir s'ouvrent automatiquement et pas à pas pour des montées de niveau de 3 cm.

Au-delà de 208,17 m, les six autres vannes de surface sont mises en service par intervention de l'opérateur.
A 208,40 m, les huit vannes de surface devront être complètement ouvertes.

Lors de la baisse du niveau amont, on réalisera la fermeture progressive des vannes en respectant les mêmes consignes.

2.4.5. Vitesse de manoeuvre des vannes

a) Vannes de surface

La vitesse de manoeuvre doit être telle que, dans le cas le plus défavorable les vannes seront levées avant que le niveau dans le lac n'ait atteint la cote de manoeuvre suivante. Cela se produit entre les niveaux 208,38 m et 208,40 m où les vannes doivent être levées de 2,5 mètres.
Si nous admettons que le débit arrivant est de 10.000 m3/s, la retenue passera de 208,38 m à 208,40 m en 20 minutes.
Ainsi, une vitesse de 15 cm/minute est suffisante, une vitesse plus importante nécessiterait des moteurs plus puissants.

b) Vannes de demi-fond

Une vitesse de 15 cm/minute est suffisante. En effet, l'ouverture totale se fera en 32 minutes et les pas les plus fréquents, 0,8 m, se feront en 5 minutes et 20 secondes.

c) Pour éviter des à-coups de courant trop important, on veillera à ne pas manoeuvrer plus de deux vannes à la fois lorsque l'alimentation se fait à partir de la micro-centrale ou du groupe diesel de secours.
Lorsque l'énergie électrique proviendra des auxiliaires de la centrale construite en seconde phase, cette restriction pourra être levée.

2.4.6. Conclusions

Les graphiques donnant les capacités d'évacuation des vannes de demi-fond et de surface en fonction des hauteurs d'eau amont permettent de fixer l'ouverture des vannes pour les débits désirés.
La combinaison des différentes vannes donne la possibilité de balayer tous les débits désirés pour les besoins de l'irrigation, de la navigation, de la production de la crue artificielle et pour l'évacuation des crues exceptionnelles.

Lors de la mise en service des équipements, et sur base des données du constructeur, les ouvertures des vannes pourraient être programmées sur une petite calculatrice à partir des courbes des débits, afin de faciliter le travail de l'opérateur chargé des manoeuvres des vannes.
Etant donné les progrès qui se réalisent chaque année dans le domaine des mini-calculatrices, tant du côté technologique que du côté programmation, il est préférable d'attendre la fin des montages afin de choisir à ce moment-là la calculatrice la mieux adaptée.

3. ADDUCTIONS D'EAU VERS LA CENTRALE (Fig. 4 et 9)

3.1. CARACTERISTIQUES

Chacune des cinq adductions d'eau aux turbines est logée dans un contrefort du barrage et comporte successivement :

- une prise d'eau pourvue d'une grille,
- un entonnement aboutissant à un conduit de section rectangulaire,
- des glissières permettant le placement d'un jeu de batardeaux en eau morte,
- un tronçon blindé de section rectangulaire,
- une vanne wagon pouvant couper le plein débit de la turbine,
- un élément de transition permettant le passage de la section rectangulaire à une section circulaire,
- une conduite de section circulaire provisoirement obturée par un fond bombé.

Les principales dimensions sont indiquées ci-après :

	Largeur m	Hauteur m	Longueur m	Vitesse de l'eau m/s	
				débit nominal 115 m3/s	débit moyen 95 m3/s
Prise d'eau :					
- grilles	14,4	11,5	-	0,715	0,59
- entonnement	14,4/4,5	11,5/4,8	8,7		
- tronçon rectangulaire	4,5	4,8	28,-	5,32	4,40
- transition	4,5/Ø4,8	4,8/Ø4,8	8,-		
- conduite circulaire					
. en 1ère phase	Ø4,8		19,5	6,35	5,24
. en 2de phase	Ø4,8		32,-	6,35	5,24

Initialement, la distance entre l'axe du barrage et celui de la centrale était de 43,40 m. Cette distance a été portée à 72 m de façon à permettre ultérieurement le minage de la roche et l'excavation pour les fondations de la centrale sans compromettre la stabilité des pieds des contreforts du barrage ou de la digue.

3.2. GRILLES ET DEGRILLEUR

Le seuil de la prise d'eau est situé au niveau 165 m et sa partie supérieure au niveau 175,7 m soit plus de 10 m en-dessous des plus basses eaux. Ces grilles sont inclinées à 66° et prennent appui sur les bords inférieur et supérieur de la prise ainsi que sur les poutres en béton formant un quadrillage de 4,8 m de large par 3,6 m de haut environ.

Les barreaux disposés verticalement sont constitués de fers plats en acier de 10 à 15 mm d'épaisseur sur 100 mm de profondeur, espacés de 100 mm au moyen d'entretoises boulonnées de façon à former des panneaux d'une largeur permettant le transport et la manipulation aisés. Les panneaux seront solidement fixés à des poutrelles en acier elles-mêmes solidaires des poutres horizontales en béton.

Dans le prolongement des grilles, un voile en béton permet la descente d'un chariot dégrilleur à partir du couronnement du barrage. La commande de ce dernier est assurée par le portique de manutention des batardeaux de la prise d'eau.

3.3. ENTONNEMENT

L'entonnement de la prise d'eau est dessiné de manière à obtenir une augmentation progressive de la vitesse de l'eau jusqu'à l'entrée du blindage rectangulaire.

3.4. VANNES BATARDEAUX

L'entrée du blindage peut être obturée par une vanne-batardeau actionnée en eau morte et permettant ainsi la vidange du tronçon blindé pour l'inspection, l'entretien ou la réparation éventuelle de la vanne-wagon. La vanne constituée de deux éléments boulonnés, descend le long de glissières inclinées fixées sur le parement amont. Un palonnier permet l'accrochage ou le décrochage de la vanne suivant la manoeuvre désirée et ce par l'action d'un contrepoids.

Le remplissage du tronçon blindé est assuré par un by-pass situé à la partie supérieure du batardeau et actionné par le câble de levage. Un reniflard en communication avec l'extérieur permet l'évacuation de l'air lors du remplissage du tronçon ou son introduction lors de la vidange.

La mise en service des cinq groupes étant étalée dans le temps, chaque conduite non utilisée est obturée par un jeu de batardeaux.

3.5. PORTIQUE A BATARDEAU

Le portique circule sur des rails scellés sur la plate-forme au niveau 212 m, formant couronnement du barrage.
L'alimentation électrique se fait par câble enroulé sur un tambour solidaire du portique. Le portique est prévu pour la manutention de la vanne-batardeau complète, en tenant compte de l'inclinaison des rainures et supporte également le mécanisme dégrilleur. L'installation de ce mécanisme peut éventuellement être postposée jusqu'à la mise en service de la centrale.
Tous les mouvements sont assurés par moteurs électriques d'entraînement.

3.6. CONDUIT DE SECTION RECTANGULAIRE

Le tronçon entre l'entrée du batardeau jusqu'au-delà de la vanne wagon, sur une longueur de 28 mètres, a une section rectangulaire de 4,50 m de large sur 4,80 m de haut. Cette partie, blindée, est constituée de tôles d'épaisseur appropriée convenablement raidies et munies de dispositifs de scellement. Le blindage est monté lors de la construction du barrage et bétonné en première phase. Des ouvertures Ø 300 mm dans le radier permettent l'introduction du vibrateur pour le bétonnage entre les raidisseurs. En cours de bétonnage, les blindages sont étayés par les soins du constructeur, de façon à permettre le bétonnage par levée moyenne de 2 mètres (max. 2,5 m).

Deux trous d'injection sont ménagés dans chaque paroi latérale et dans le radier etc , entre chaque raidisseur. Après injection, les trous sont obturés par des pastilles vissées puis soudées.

Les épaisseurs minimales des tôles de blindages sont calculées pour tenir compte du bétonnage et des pressions maximales à prendre en consi-

dération et définies ci-après. Le constructeur prévoira un supplément de 2 mm d'épaisseur pour tenir compte des risques d'oxydation.

Pour le calcul des blindages, les pressions à prendre en considération sont les suivantes :

. depuis le batardeau amont jusqu'à l'aval de la zone de contact des contreforts, soit sur une longueur de 6,5 m, suivant l'axe de la conduite : hauteur d'eau totale amont Ht.

. sur les 7 m suivants : variation linéaire de Ht à H aval (soit 164 m s.m.)

. au-delà : H aval.

- Pressions intérieures
  . tenir compte d'une surpression de 25 % de H statique, en cas de déclenchement de la turbine.

- Pressions d'injection
  . 300 kN/m2 dans la tête amont des contreforts
  . 200 kN/m2 dans l'âme des contreforts.

3.7. VANNES WAGONS

L'organe d'étanchéité de la conduite forcée est constitué d'une vanne wagon permettant l'obturation du conduit de section rectangulaire. Cette vanne permet de couper le plein débit passant dans la conduite sous la chute maximale. L'étanchéité est assurée par des joints en caoutchouc en forme de note de musique. La vanne est actionnée par un servomoteur à huile logé dans la galerie du niveau 164,00 m où est également situé le groupe de commande et l'unité oléohydraulique.

En position ouverte, le corps de la vanne est logé dans un carter noyé dans le béton du contrefort. Le carter de la vanne est rendu étanche par un couvercle boulonné au niveau de la galerie d'accès.

Immédiatement en aval de la vanne, un reniflard muni d'une soupape est mis en communication avec la galerie au niveau 164 m afin de permettre

l'admission d'air dans la conduite en cas de fermeture de la vanne de vidange. En cas de remplissage, l'air est évacué par cette même soupape.

La mise en place des différents élements de la vanne et de son dispositif de manoeuvre est faite au moyen du pont roulant circulant dans la galerie niveau 164,00 m. Le chemin de roulement du pont se situe au niveau 170,00 m. L'accès de cette galerie se fait à partir de la plate-forme 164 m. derrière la centrale.

Grâce à l'étanchéité obtenue en amont de la vanne par la fermeture du batardeau, la vanne wagon peut être inspectée et au besoin démontée.

La vanne wagon sera fermée lors d'un arrêt prolongé du groupe ainsi que lors des inspections ou travaux dans la bâche ou la roue de la turbine. En cas de survitesse de la machine qui pourrait être due à un blocage des aubes directrices de la turbine, la vanne wagon sera automatiquement fermée par action sur l'électrovanne de mise à l'échappement de l'huile du servomoteur à simple effet. Le poids propre de la vanne est suffisant pour assurer cette fermeture à plein débit.

En première phase, on prévoit la mise en place du carter de la vanne noyé dans le béton du contrefort et de la vanne wagon.
Le servomoteur de commande et le groupe générateur d'huile sous pression sont montés lors de la mise en place du groupe correspondant.

3.8. TRANSITION ET CONDUITE CIRCULAIRE

Le passage de la section rectangulaire à la section circulaire est réalisé par une pièce de transition de 4 m de longueur.

La conduite circulaire d'un diamètre de 4,80 m a une longueur de 51,50 m jusqu'à l'entrée de la centrale. Elle débute par un coude de 20 m de rayon et se poursuit horizontalement au niveau 151 m. La construction est en tôle soudée de 15 mm d'épaisseur renforcée par des anneaux tous les 3 mètres.

En première phase, la conduite s'arrête à 29,5 m en aval de l'axe du barrage. L'extrémité inférieure est obturée par un fond bombé pouvant résister à la pleine pression. Ce fond est situé dans une chambre en communication avec le puisard récoltant les eaux de fuite du barrage.

Une vanne de Ø 150 mm, située au pied de la conduite en amont du fond bombé, permet la vidange de la conduite.

Lors de la réalisation de la centrale, les conduites seront prolongées de 37,50 m jusqu'à l'entrée de la bâche spirale. Le tronçon entre le pied du barrage et la centrale sera embetonné et remblayé jusqu'au niveau 164 m.

Selon le comportement du barrage, on décidera à ce moment de placer un ou plusieurs joints pouvant reprendre les déplacements éventuels dus à des tassements différentiels. Ces joints seront placés au pied du barrage dans la chambre prévue à cet effet et/ou à l'entrée de la centrale.

3.9. PRISE D'EAU POUR L'IRRIGATION

Afin de permettre l'irrigation de périmètres situés immédiatement en aval du barrage, on prévoit deux conduites d'un diamètre de 0,8 m destinées à alimenter chacune l'une des rives.

La solution consistant à piquer ces conduits,soit sur une adduction d'un groupe, soit sur le conduit blindé d'une vidange de fond, a été écartée pour éviter d'introduire des perturbations au droit de ce piquage et la cavitation en résultant.

Des prises d'eau ont dès lors été prévues dans les contreforts de transition, c'est-à-dire en rive droite, celui situé à droite de l'adduction du groupe n° 1 et en rive gauche, celui terminant l'évacuateur de crues. L'emsemble comporte une prise d'eau au niveau 171 m avec grille d'entrée, conduite embétonnée en première phase, deux vannes type papillon au niveau 162,60 m disposées dans la galerie et accessibles par le pont-roulant. La conduite se prolonge jusqu'au pied du contrefort et est provisoirement obturée à cet endroit par un fond bombé soudé.

3.10. PRISE D'EAU POUR LA MICROTURBINE

Dans la section rectangulaire de l'adduction du groupe 5, en amont de la vanne wagon, on prévoit une prise d'un diamètre de 600mm destinée

à alimenter la microturbine placée dans le contrefort intermédiaire voisin, au niveau 164.

3.11. BATARDEAUX A LA SORTIE DES ASPIRATEURS

Cet équipement sera placé lors de la construction de la centrale et sera à fournir par le turbinier.

La sortie des aspirateurs des turbines vers le canal de restitution est constituée de deux pertuis de 5,5 m de large sur 4,5 m de haut. Ces pertuis peuvent être obturés par un jeu de batardeaux mis en place au moyen d'un portique de manutention circulant sur la plate-forme aval de la centrale au niveau 164 m.

Les batardeaux sont mis en place lorsqu'on désire accéder à la bâche, la roue ou l'aspirateur de la turbine en vue d'une inspection ou de travaux d'entretien. Ces opérations n'étant pas fréquentes, il est prévu des batardeaux réalisés en deux éléments de 2,25 m de hauteur afin de ne pas devoir surdimensionner le portique. Un palonnier à contrepoids assure l'accrochage et le décrochage automatique des éléments. La partie supérieure du batardeau est équipée d'un by-pass permettant le remplissage de l'aspirateur.

Le batardeau est manoeuvré uniquement lorsque l'équilibre des pressions est réalisé de part et d'autre. Lors de la descente ou de la montée du batardeau, celui-ci est guidé dans les rainures prévues à cet effet.

Deux jeux de batardeaux sont prévus pour obturer deux groupes. Au repos, les éléments d'un jeu sont stockés à la partie supérieure des rainures et le second jeu est entreposé à hauteur de l'aire de montage dans un emplacement prévu à cet effet.

Dans le cas où le montage de certains groupes serait différé, ceux-ci seraient équipés d'un jeu de batardeaux à la sortie de leur aspirateur afin d'en assurer l'isolement.

3.12. PROTECTION

Les blindages soumis à l'action de l'eau sont sablés après bétonnage et injections et reçoivent les couches de protection adéquates. Pendant l'exploitation, des visites annuelles permettront de vérifier le bon état de la peinture et de faire des retouches éventuelles.

3.13. PERTES DE CHARGE

Les pertes de charge dans l'adduction, calculées suivant la méthode de IDEL'CIK sont données ci-après :

Pertes de charge en mètres :

Débit Q m3/s	115	100	85	50
1. Grille	0,07	0,05	0,04	0,01
2. Entonnement	0,16	0,12	0,09	0,03
3. Rainures à batardeau	0,14	0,11	0,08	0,03
4. Tronçon rectangulaire	0,32	0,24	0,17	0,06
5. Rainures à vanne-wagon	0,14	0,10	0,08	0,02
6. Transition	0,05	0,04	0,03	0,01
7. Coude	0,15	0,12	0,08	0,03
8. Conduite circulaire	0,73	0,55	0,40	0,14
Pertes de charges totales	1,76	1,33	0,97	0,33

3.14. MODE OPERATOIRE

Ce paragraphe examine les différentes opérations à exécuter pour le remplissage et la vidange de l'adduction en phase finale.

3.14.1. Remplissage de l'adduction

Deux cas sont à considérer :

- Premier remplissage ou remplissage après visite ou entretien de l'adduction. Dans ce cas, les batardeaux à la sortie de l'aspirateur et à l'entrée de la conduite auront été placés.

Les volumes à remplir sont les suivants :

- aspirateur et roue	720 m3
- bâche spirale	240 m3
- tronçon à section circulaire	1.155 m3
- en aval de la vanne wagon	2.115 m3
- tronçon à section rectangulaire	455 m3.

On procèdera tout d'abord au remplissage du tronçon rectangulaire en amont de la vanne wagon, par l'ouverture du by-pass actionné par le câble de manoeuvre du batardeau.

Le débit du by-pass sera de l'ordre de 100 à 125 l/sec de manière à remplir le tronçon rectangulaire en 60 à 90 minutes. L'air sera évacué par la tuyauterie d'évacuation prévue à cet effet.

Lorsque le tronçon entre vanne wagon et batardeau sera rempli, le batardeau pourra être ouvert complètement.

L'aspirateur, la bâche et le tronçon horizontal de la conduite circulaire pourront être remplis à partir de l'aval par ouverture du by-pass placé sur un des batardeaux de l'aspirateur. A cet effet, les aubes directrices seront partiellement ouvertes. L'évacuation de l'air se fera par le reniflard placé en aval de la vanne wagon.

La partie roue et aspirateur serait remplie à partir de l'aval à raison de 200 l/sec soit durant une heure et la partie tronçon circulaire et bâche, également avec un débit de 200 l/s soit 1 h 1/2 environ.

Avant de terminer le remplissage par l'amont, on refermera complètement les aubes directrices de la turbine et on procèdera à l'enlèvement des batardeaux de l'aspirateur pour éviter la pleine pression amont dans cette partie.

Par ouverture partielle de la vanne wagon, on complètera le remplissage de la conduite en 15 minutes environ. Après équilibre des pressions de part et d'autre de la vanne wagon, on procèdera à l'ouverture complète de la vanne.

- Remplissage partiel : après un arrêt prolongé (vanne wagon en position fermée) le niveau de l'eau dans le tronçon à section circulaire se situera dans un plan inférieur à celui du plus haut point existant. Ce niveau sera nécessairement celui existant à la sortie des turbines, soit compris entre 154 et 155 m en période normale. Il faudra dès lors procéder à l'évacuation de la poche d'air existante dans la conduite, par un remplissage partiel de celle-ci. Cette opération est assurée par une faible ouverture de la vanne wagon.

  Le volume d'eau à compléter ainsi sera de l'ordre de 100 m3. La durée de remplissage sera inférieure à dix minutes pour un débit de 200 l/s.

- Consignes particulières : avant le remplissage après une vidange complète, la fermeture et l'étanchéité des trous d'accès, des vannes et joints seront soigneusement vérifiées. En cours de remplissage, les pressions dans l'aspirateur et dans la bâche seront notées à intervalles réguliers (de 5' en 5' par exemple) afin de s'assurer de la régularité du remplissage.

3.14.2. Vidange complète

La vidange complète de l'ensemble conduite, bâche et aspirateur aura lieu en vue d'une inspection ou d'une révision de la roue ou des joints d'étanchéité de l'arbre de la turbine.

Après fermeture de la vanne wagon, les batardeaux à la sortie de l'aspirateur seront mis en place en eau morte.

La vanne de vidange du tronçon circulaire et de la bâche spirale vers l'aspirateur sera ouverte ainsi que celle entre l'aspirateur et la galerie des puisards pour une évacuation de l'ordre de 200 l/s, débit correspondant à celui des deux pompes puisards principales. Cette opération durera environ deux heures.

La vidange de l'aspirateur s'effectuera ensuite, pendant une heure environ.

Les vidanges seront contrôlées de façon à détecter des fuites éventuelles dues par exemple à une mauvaise étanchéité des joints des vannes ou batardeaux. On veillera particulièrement au niveau d'eau dans la galerie de drainage. En cas de montée des eaux, la vanne de vidange de l'aspirateur sera partiellement refermée.

Pour une inspection complète ou la révision de la vanne-wagon de garde d'une turbine, il est nécessaire de procéder à la vidange du tronçon à section rectangulaire. Cette opération s'effectue après mise en place du batardeau amont en eau morte. Ce tronçon étant situé au-dessus du niveau 155 m, niveau aval moyen, la vidange se fait par gravité, par ouverture partielle de la vanne-wagon et par la vanne de vidange de la bâche vers l'aspirateur. Les batardeaux de l'aspirateur sont ensuite mis en place et la vidange du tronçon à section circulaire s'effectue comme décrit ci-dessus.

4.2. PRODUCTION D'ENERGIE (Fig. 5)

4.2.1. Groupe hydroélectrique

Pour satisfaire les besoins en énergie,tant du côté équipement que du côté personnel d'exploitation, il est nécessaire d'assurer une production permanente d'énergie électrique. Parmi les solutions examinées, nous retenons l'installation d'un petit groupe hydroélectrique composé d'une turbine horizontale et d'un alternateur 380 Volts d'une puissance maximale de 500 kVA, choisi dans la gamme des fabrications standardisées. Ce groupe sera de conception robuste et simple.

La puissance de la turbine ainsi définie est supérieure à la puissance nécessaire sous la chute maximale. Il faut cependant tenir compte des possibilités de production pour des chutes plus faibles (voir ci-après).

Il n'est pas nécessaire de prévoir un groupe identique de secours. Lors des entretiens périodiques ou d'une panne éventuelle, l'alimentation du réseau sera assurée par un petit groupe diesel de secours d'une puissance de 100 kVA.

Pour rappel, l'ouverture des vannes du barrage commandée par servomoteur à l'huile peut être actionnée par une pompe à main, branchée directement sur le système hydraulique de la vanne concernée. Ce dispositif de secours permet de suppléer à une défaillance simultanée du groupe hydroélectrique et du groupe diesel. Les vannes-segment commandées par treuils peuvent également être actionnées manuellement.

La solution consistant à alimenter en permanence le réseau à partir d'un groupe diesel n'a pas été retenue, étant donné d'une part la complexité mécanique et d'entretien par rapport au groupe hydroélectrique et d'autre part, la nécessité d'approvisionner en fuel.

4.2.2. Caractéristiques principales

Le groupe hydroélectrique répondra aux caractéristiques suivantes :

- Turbine à axe horizontal avec bâche spirale, vanne papillon d'entrée, diamètre de 600 mm maximum.

. Chute nette	m	42	35	30	25
. Débit estimé	l/s	de 1.200 à 1.000			
. Puissance	kW	400	335	285	185
. Vitesse présumée	t/min	entre 750 à 1.000 t/min.			
. Niveau d'implantation	m	164			
. Niveau de rejet	m	163			

- Alternateur triphasé :

. Puissance 500 kVA
. tension 400 Volts triphasé ± 5 %
. fréquence 50 Hz
. facteur de puissance Cos Ø 0,85
. excitation type statique.

L'ensemble comporte volant d'inertie, régulateur de vitesse et de tension, tableau de commande et de protection.

Les services d'exploitation veilleront à maintenir une charge minimale satisfaisante pour assurer un bon fonctionnement de la turbine. A défaut, une résistance liquide de l'ordre de 150 kW et refroidie par circulation d'eau est mise en parallèle sur le réseau.

Pour les faibles chutes, des rationnements seront à prévoir, notamment en réduisant l'utilisation des conditionnements d'air des habitations.

4.2.3. Disposition du groupe hydroélectrique

On profitera de l'adduction destinée à alimenter le groupe 5 pour placer un piquage Ø 600 mm en amont de la vanne de garde de la conduite, dans le blindage rectangulaire. L'emplacement choisi pour la micro-centrale est situé au niveau 164 m dans le contrefort intermédiaire voisin du groupe 5. Le pont roulant circulant dans la galerie facilite le montage et la révision de la turbine et de l'alternateur.

4.2.4. Diesel de secours

Le groupe Diesel de secours prévu pour remplacer temporairement la micro-turbine en cas de panne on d'entretien est placé dans l'atelier situé à quelques centaines de mètres de la future centrale. Cet emplacement est choisi pour la facilité d'approvisionnement en combustible à partir du stockage en carburant situé à proximité.

Les caractéristiques du groupe Diesel sont les suivantes :

- Puissance 100 kVA
- tension 400 Volts triphasé ± 5 %
- facteur de puissance Cos Ø 0,8
- vitesse de rotation 1.500 t/min.
- excitation statique compoundée avec consigne ajustable ± 5 %
- démarreur électrique à 24 Volts
- réservoir journalier de 300 l avec pompe de remplissage.

En considérant une consommation de 0,225 l de fuel par kWh et une charge moyenne de 40 kW, le réservoir de 300 l assure une autonomie de plus de 30 heures.

Le stockage principal se fait à partir d'un réservoir de 5.000 l.

4.3. DISTRIBUTION DE L'ENERGIE

4.3.1. Tableaux 380 V

Le tableau principal 380 Volts reçoit l'alimentation de la micro-centrale et du groupe Diesel et comporte les départs vers trois tableaux divisionnaires et vers le transformateur M.T. assurant la liaison avec la cité.

Un système de verrouillage empêchera la mise en parallèle de la micro-centrale et du groupe Diesel.

Le tableau divisionnaire situé dans la galerie au niveau 164 m alimente :

- les 7 vannes segment des vidanges de demi-fond,
- les 5 vannes wagon des prises d'eau (futur),
- les auxiliaires de la micro-centrale,

- les pompes puisards des galeries du barrage,
- l'éclairage,
- les prises de courant.

Le tableau divisionnaire placé dans la salle de commande située à la partie aval du contrefort central du déversoir (niveau 212 m) alimente :

- les portiques à batardeaux de la prise d'eau et des vannes du déversoir,
- les 7 vannes de garde des vindanges de demi-fond,
- les 8 vannes segment de surface,
- l'éclairage de la crête du barrage,
- les prises de courant,
- le redresseur et les auxiliaires placés en salle de commande.

Le tableau divisionnaire dans l'atelier situé près des bâtiments administratifs comporte :

- l'arrivée du groupe Diesel de secours situé à proximité,
- le départ de liaison avec le tableau 380 V principal,
- les départs vers les machines d'atelier,
- le départ vers le tableau d'éclairage et des prises (conditionnement d'air) des bureaux,
- le départ de l'alimentation de l'éclairage extérieur autour du bâtiment administratif et des ateliers,
- les départs pour l'éclairage intérieur des ateliers.

Les tableaux sont de fabrication standard du type à tiroirs débrochables. Les spécifications techniques reprennent le nombre de départs ainsi que leurs calibres. Les valeurs définitives du réglage des protection sont déterminées après définition exacte des puissances des différents mécanismes des vannes.

4.3.2. Câbles

Les liaisons entre les tableaux se font par câbles isolés au PVC et protégés par un feuillard d'acier. Des caniveaux à câbles sont prévus au barrage dans la galerie du niveau 164 m et en crête du barrage, au niveau 212 m, sous le trottoir de la route. Une cheminée à câbles située dans le contrefort du déversoir fait la jonction entre les niveaux 164 et 212 m. Ces câbles seront fixés à des échelles prévues à cet effet.

En dérivation, des petits caniveaux aboutissent aux auxiliaires à alimenter. L'emplacement exact de ces caniveaux est à préciser en accord avec l'implantation des mécanismes des vannes.

Les câbles partant vers les bâtiments administratifs et de service sont placés en tranchée, parallèlement à la route d'accès.

4.3.3. Courant continu

Pour l'alimentation des transmetteurs de position, des commandes et des contrôles des vannnes et de la micro-centrale, il est prévu une alimentation en courant continu 24 V composée de :

- un redresseur statique
  - . tension d'alimentation 380/220 Volts 50 Hz ± 10 %
  - . tension de sortie 24 V.C.C.

  permettant :
  - . l'alimentation des services en courant continu en maintenant la tension à ± 1,5 % de la valeur fixée,
  - . de fournir le courant de recharge complète de la batterie

  et comprenant :
  - . l'appareillage et les instruments nécessaires à la protection, au fonctionnement et au contrôle de l'installation.

- une batterie d'accumulateur au plomb, complète avec connexions, bornes de sortie, supports, d'une capacité de 100 Ah (décharge en 10 heures), variations de tension comprises entre 125 Volts + 10 % et - 10 %.

  La batterie est fournie sèche et la quantité d'électrolyte est livrée séparément.

- un tableau de distribution 24 V.C.C. comprenant :

  . l'arrivée du redresseur,
  . l'arrivée de la batterie,
  . 5 départs 10 A vers les 4 tableaux 380 V, la commande et le contrôle de la micro-turbine,
  . 5 petits départs 10 A vers les mesures de niveau et l'éclairage de secours.

  Les arrivées et les départs sont constitués de disjoncteurs équipés des protections adéquates.

  Les équipements décrits dans ce paragraphe sont installés dans la salle de commande et de contrôle des vannes.

4.4. ECLAIRAGE (Fig. 5 et 6)

Les zones à éclairer sont essentiellement celles comportant les mécanismes des vannes, c'est-à-dire :

- la crête du barrage au niveau 212 m,
- la galerie au niveau 164 m.
- les galeries d'inspection dans le barrage à contreforts et sous les digues.

En outre il est prévu de pouvoir éclairer le déversoir et les évidements entre les contreforts.

4.4.1. Types d'éclairage

Pour l'éclairage extérieur, on prévoit exclusivement des lampes à vapeur de mercure de 250 Watts (environ 300 VA) plus robustes que des lampes à vapeur de sodium et moins sensibles aux variations de tension.

Leur durée de vie est de l'ordre de 12 à 15.000 heures soit plus de trois ans pour une utilisation nocturne continue.

L'éclairage extérieur est réalisé au moyen de poteaux de 5 m de hauteur en acier. L'extrémité inférieure comporte une semelle et est fixée au moyen de quatre tirants d'ancrage et écrous. L'extrémité supérieure se termine par un luminaire moulé en matière synthétique et un réflecteur rejetant la lumière vers le bas. Les auxiliaires sont placés dans un boîtier situé à la partie inférieure du poteau et comporte une prise pour le raccordement au réseau de terre.

Les appareils d'éclairage prévus pour être fixés à une paroi sont placés dans des boîtiers étanches avec déflecteur et système d'orientation.
Pour l'éclairage du déversoir, il est prévu des projecteurs à vapeur de mercure d'une puissance de 1000 Watts. Les auxiliaires peuvent être placés dans des coffrets étanches séparés.

Les locaux à l'intérieur des bâtiments sont éclairés à partir de luminaires contenant un ou deux tubes fluorescents de 40 Watts.

Des prises de courant étanches munies de fiches du type triphasé 380 V + N et du type monophasé 220 V + N sont également installées près des mécanismes de manoeuvre.

4.4.2. Crête du barrage

Un poteau d'éclairage est prévu le long de la route au milieu de chacune des cinq prises d'eau et des plots intermédiaires entre prises d'eau et déversoir. Le portique à batardeau comportera quatre projecteurs de 250 Watts chacun.

Les mécanismes des vannes et les vannes sont éclairées au moyen de poteaux d'éclairage placés le long de la route de part et d'autre de chaque vanne. Un poteau supplémentaire est prévu à chaque pile, devant le servomoteur de la vanne de garde de la vidange de fond.

Le nombre total de poteaux 250 W s'élève à 33.

Le portique de manutention des batardeaux sera équipé de 4 projecteurs de 250 Watts.

Il n'est pas prévu d'éclairer la route de crête des ailes latérales en enrochement.

Une prise de chaque type (triphasée et monophasée) est prévue à côté du mécanisme de commande de chacune des 7 vannes du déversoir.

Les projecteurs de 1000 W pour l'éclairage du déversoir sont placés à droite de chaque pile (vue d'amont vers l'aval) sous le pont, près du plot d'ancrage de l'axe de rotation du bras de la vanne. Les projecteurs seront orientables pour permettre le réglage de l'éclairage.

4.4.3. Galerie au niveau 164 m

Chaque zone sous les contreforts est éclairée par un projecteur orientable contenant une lampe à vapeur de mercure de 250 Watts et placé sous la poutre du pont roulant.

Les contreforts des prises d'eau et des plots intermédiaires sont éclairés d'aval vers l'amont et ceux sous le déversoir, depuis l'amont vers l'aval.

L'éclairage des zones entre les contreforts est réalisé par des projecteurs placés sur le côté latéral de la poutre amont du chemin de roulement du pont roulant. Le nombre total de projecteurs s'élève à 35.

Une prise de courant de chaque type (triphasée et monophasée est prévue à côté du mécanisme de commande de chacune des vannes et de la mico-centrale (15 emplacements).

4.4.4. Galeries d'inspection

Les galeries du barrage ainsi que les puisards sont éclairés par lampes à incandescence de 60 Watts placées dans des hublots hermétiques disposés tous les 15 m.

4.4.5. Zone des bureaux et des ateliers

Dix-huit poteaux d'éclairage sont prévus pour les abords de ces bâtiments.

4.4.6. Commande

Chacune des zones est alimentée à partir d'un tableautin d'éclairage contenant de petits disjoncteurs et placé à proximité du tableau divisionnaire 380 Volts. Les circuits sont étudiés pour répartir la charge le plus uniformément possible sur chacune des phases.

Les prises de courant 380 V triphasé sont alimentées directement à partir du tableau divisionnaire.

L'éclairage extérieur peut être commandé soit localement, soit à distance, à partir du local de commande. Chaque zone est commandée par un disjoncteur à bobine alimentée en 220 Volts alternatif .

La salle de commande et la micro-centrale sont en outre pourvus d'un éclairage de secours en 24 V.C.C.

4.5. RESEAU DE MISE A LA TERRE (Fig. 5 et 6)

Dans le but d'assurer la protection des personnes et des équipements en cas de défaut d'un circuit électrique et en cas de décharge atmosphérique, toutes les pièces métalliques sont reliées au réseau de terre.

Le système de mise à la terre comporte un réseau général de câbles en cuivre depuis l'amont du barrage où des prises de terre constituées de pieux sont conçues pour assurer l'écoulement de courants de défaut pouvant atteindre une valeur de 20 kA. Ces prises sont enterrées en-dessous du niveau permanent de l'eau.

Les câbles en cuivre multibrins d'une section au moins égale à 120 mm2 s'étendent longitudinalement dans la galerie amont inférieure du barrage, dans la galerie du niveau 164 m et à la crête du barrage au niveau 212 m.

Ces câbles longitudinaux sont reliés verticalement et transversalement entre eux et vers les prises de terre en quatre endroits au moins.
A partir du niveau 164 m, le réseau se prolonge le long des conduites forcées 1 et 5 et un bouclage est réalisé à l'extrémité aval des 5 conduites. Le réseau sera ultérieurement prolongé vers la centrale.

Toutes les connexions aux croisements des câbles et aux dérivations sont réalisées par un procédé de fusion (thermoweld ou similaire).

Tout le matériel métallique est relié au réseau de terre au moyen de connexions indépendantes de section appropriées et notamment :

- aux prises d'eau et adductions :
  - . les cadres de fixation des grilles de la prise d'eau, les blindages des conduites forcées et les rainures des batardeaux ;
  - . les carters des vannes wagons ;
  - . les extrémités inférieures des conduites forcées ;
- aux vidanges de fond :
  - . les rainures et mécanismes des vannes wagon de garde et des vannes segment ;
  - . les blindages ;
  - . l'extrémité supérieure de chacun des servo-moteurs de commande des vannes wagon de garde situés au niveau 212 m est prolongée par une tige de 4 m de longueur solidement fixée et faisant office de para-foudre. La tige est reliée au réseau de terre par un câble isolé.
- aux vannes du déversoir de crues :
  - . les rainures des batardeaux et les cadres fixes et mécanismes des vannes wagon ;
  - . les vannes-segment à partir des axes de rotation des bras.
- les rails du pont roulant de la galerie 164 m et des portiques de manutention des batardeaux des prises d'eau et du déversoir, aux deux extrémités.
  Les sections de rails sont connectées entre elles au moyen de tresses en cuivre.
- les tableaux électriques, le groupe hydroélectrique, les pompes puisards ;
- les poteaux d'éclairage ;

- les portiques à batardeaux seront prolongés par quatre tiges de 4 m de hauteur, solidement fixées assurant la protection contre la foudre et mises en contact au rail de roulement par l'intermédiaire de câbles isolés et d'un balais frotteur.

Les constructeurs des équipements prévoient une plage de fixation d'un accès aisé pour permettre le raccordement au réseau de terre.

4.6. TELEPHONIE

Les liaisons téléphoniques avec l'extérieur se feront via une installation à faisceau hertzien rejoignant le réseau PANAFTEL à KITA. Ce réseau est relié au réseau international.

Le réseau téléphonique local dessert la zone du barrage, les bâtiments administratifs et de services et le centre urbain.

L'installation comprend essentiellement :

- un central automatique à 25 lignes intérieures et relié à deux lignes de la téléphonie extérieure. La capacité du central peut ultérieurement être portée à cinquante lignes ;
- une source d'énergie constituée d'un redresseur et d'une batterie laquelle a une autonomie de 24 heures ;
- des téléphones du type extérieur blindé et du type intérieur ;
- les liaisons se font par câbles multipaires armés.

Le central est installé au rez-de-chaussée du bâtiment administratif d'où part :

- un câble dix paires vers le centre urbain situé à 5 km,
- un câble cinq paires vers le barrage situé à 700 m.

La distribution des appareils téléphoniques est la suivante :

Localisation	Nombre d'appareils	Nombre de lignes	Type
Crête du barrage	3	1	blindé, mural
Galerie niveau 164 m	3	1	blindé, mural
Salle de commande	2	2	intérieur, bureau
bureau et service	8	7	intérieur, bureau
	4	3	intérieur, mural
centre urbain	10	7	intérieur, bureau
	1	1	intérieur, mural
Total	31	22	

4.7. ATELIER DE MECANIQUE

Etant donné l'éloignement du site par rapport à un centre industriel, il est prévu un atelier de mécanique et d'électricité permettant l'entretien préventif des équipements et les réparations de moyenne importance.

L'atelier comporte les machines-outils ayant les caractéristiques principales suivantes :

- 1 tour parallèle à charioter et fileter métrique et Withworth
  - . hauteur des pointes 350 mm
  - . distance entre pointes 2.000 mm
  - . Ø à tourner sur le banc 690 mm
  - . Ø à tourner au rompu 800 mm
  - . longueur du rompu 300 mm

  avec jeu d'accessoires : mandrins, lunettes ...
- 1 machine à rectifier à monter sur le tour Ø meule 250 mm
- 1 fraiseuse universelle à console
  - . surface de la table 1.500 x 350 mm
  - . distance maximum entre l'axe du mandrin et la table 500 mm

  avec jeu d'accessoires : mandrins, têtes, fraises...
- 1 perçeuse taraudeuse à colonne avec table fixe de base et table mobile
  - . capacité maximum de perçage sur acier 40 mm
  - . course broche 130 mm
  - . distance colonne - axe broche 300 mm
  - . distance maximum table - axe broche 1.000 mm

  avec jeu d'accessoires : forets, tarauds...
- 1 touret à meuler double Ø meule 300 mm
- 1 machine à affuter les outils de tour et les forets de perçage
- 1 scie mécanique alternative horizontale, capacité de coupe 250 mm,
- 1 enclume de 80 kg,
- 1 cisaille à levier pour tôles et fers ronds,
- 1 forge portative électrique avec accessoires,
- 2 postes à souder rotatifs à arc à courant continu pour électrodes 2 - 5 mm, montés sur chariot et pourvus d'accessoires, réglage du courant entre 30 et 300 A,

- 1 appareil d'oxycoupage-soudage monté sur chariot

- 1 table à souder en tubes d'acier et plan supérieur en tôle d'acier de 10 mm d'épaisseur de 1.100 x 700 x 800 mm ,
- 1 compresseur mobile 3 N m3/min - 7 bars avec accessoires et réservoir tampon.

Les appareils portatifs suivants :
- 3 meules électriques : 1 pour le dégrossissage, 1 pour le finissage et 1 de type angulaire,
- 1 perçeuse électrique : Ø de perçage de l'acier jusqu'à 12 mm
- 1 perçeuse électrique du type à pistolet : Ø de perçage de l'acier jusqu'à 10 mm,
- 1 marteau pneumatique de détartrage,
- 1 marteau pneumatique d'ébarbage.
- 1 établi avec structure en fer et plateau en bois dur massif, dimensions 2.000 x 750 x 900 mm, pourvu de tiroirs,
- deux étaux d'établi en acier fondu, largeur des mors 150 mm,
- 1 établi mobile (dimensions 800 x 650 x 950 mm) monté sur roues avec freins de blocage et tiroirs de rangement.

Ces appareils sont livrés avec accessoires et outillages correspondants.

Les appareils de manutention suivants :
- 1 palan manuel à chaîne avec chariot porte-palan,
  . capacité au crochet 1,5 t avec 5 m de chaîne
- 1 palan similaire avec capacité au crochet 3 t
- 2 crics hydrauliques pour chantier d'une force de 30 tonnes,
- 2 crics hydrauliques télescopiques d'une force de 5 tonnes, hauteur de soulèvement comprise entre 200 et 400 mm,
- 2 tireforts 1.500 kg avec 20 m de câble acier,

La fourniture comprend l'outillage ordinaire et les appareils de mesure nécessaires. En outre, il est prévu :
- deux caisses d'outillage complètes pour monteur mécanicien,
- deux caisses d'outillage complètes pour monteur électricien.

Les appareils de mesure électriques suivants :

- 2 volts, ampère-mètres 50 Hz et C.C. de 3 à 600 V et de 3 mA à 6 A,
- 1 pince ampèremétrique 50 Hz pour 10, 30, 50 et 100 A,
- 1 indicateur de phase du type rotatif, tension entre 100 et 500 V, 50 Hz,
- 1 instrument de mesure de l'isolation type "Megger" avec alternateur rotatif à entraînement manuel, tension de mesure stabilisée à 500 Volts ; étendue de mesure de 0,2 à 100 megohms.

4.8. INSTALLATION DE DRAINAGE ET D'ARROSAGE

4.8.1. Installation de drainage

Les eaux d'infiltration, de fuite des joints et de vidanges occasionnelles des adductions sont récoltées dans les galeries de drainage sous le barrage et récoltées dans un puits de 2 m x 3 m dont le fond est au niveau 143 m .

A partir du puits de drainage, les eaux sont refoulées par un jeu de 2 pompes dans le bassin amortisseur du déversoir de crues, au niveau 164 m .

Les pompes sont du type vertical, à moteur immergé, 380 V triphasé, suspendues à leur colonne de refoulement et pourvues de crépines d'aspiration et de clapets anti-retour. Elles sont d'un type bien adapté au transport d'eau chargée.

Le débit de chacune des deux pompes est de 72 m3/h sous 25 m .

Les pompes sont commandées automatiquement à partir de détecteurs de niveau à contacts.

4.8.2. Installation d'arrosage

Pour empêcher la fissuration de la partie supérieure du noyau du barrage dans les deux zones de contact avec le barrage en béton, un dispositif d'arrosage sera installé.

L'eau est prélevée dans chacune des conduites prévues pour l'irrigation locale, et envoyée à la crête du barrage au moyen de deux pompes doseuses dont le débit unitaire est réglable entre 10 et 50 l/h avec une pression de refoulement de 50 m .

5. CONSIGNES D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

Les équipements du barrage étant appelés à fonctionner relativement peu, hormis les vannes assurant la régularisation du débit, il importe de les faire travailler périodiquement pour s'assurer de leur bon fonctionnement et pour effectuer éventuellement des réglages et le remplacement des pièces défectueuses. Cette façon de procéder permet de maintenir le matériel en bon état et de familiariser le personnel d'exploitation et d'entretien aux manoeuvres, tout en lui permettant de parfaire sa connaissance de l'équipement.

De plus, le responsable de l'exploitation fera une inspection quotidienne des installations pour détecter d'éventuelles anomalies : fuites d'eau, niveaux d'huile, ...

5.1. PROGRAMME D'ENTRETIEN

La fréquence des essais et du contrôle périodiques a lieu mensuellement, suivant le programme proposé en page 49. Chaque semaine du mois, les équipes d'entretien vérifient un ensemble d'équipements :

- semaine 1 : déversoir,
- semaine 2 : évacuateurs de demi-fond ,
- semaine 3 : prises d'eau et adductions,
- semaine 4 : équipements électriques.

Les groupes hydroélectrique et diesel sont vérifiés chaque semaine, ainsi que les batteries et redresseurs, étant donné leur rôle vital dans l'aménagement.

Les petites anomalies constatées lors des essais mensuels (ou hebdomadaires) seront immédiatement corrigées par le personnel d'entretien; par exemple :

- ajuster un niveau d'huile,
- réglage d'un fin de course,
- remplacement d'une ampoule de signalisation,
- dépoussiérage,
- retouches de peinture,

- réglage d'un joint d'étanchéité,
- réglage d'un électro-frein,
- addition d'eau distillée aux batteries,
- etc...

Les réparation nécessitant un arrêt de plus d'un jour, devront être décidées en accord avec la direction du barrage, de façon à la programmer et à en tenir compte dans les consignes d'exploitation. Suivant l'importance des travaux à effectuer, le MAITRE DE L'OEUVRE décidera de faire éventuellement appel à l'assistance technique du CONSTRUCTEUR.

Outre ces visites mensuelles, il sera nécessaire de programmer, une fois par an, un entretien approfondi de chaque équipement ainsi que l'examen des blindages des évacuateurs de demi-fond et des adductions. Les entretiens approfondis se dérouleront durant la saison sèche, lorsque les vannes sont peu utilisées. L'entretien approfondi d'une vanne est programmé chaque mois.

Dans les paragraphes suivants, nous donnons, pour chaque type d'équipement , les principales opérations et vérifications à effectuer.

Le CONSTRUCTEUR de l'équipement donnera les instructions précises pour les entretiens et les opérations de montage - démontage comme par exemple : remplacement d'un joint d'étanchéité, réglage des fins de course, etc...

Le personnel d'exploitation et d'entretien aura été entraîné aux manoeuvres des vannes durant les essais et avant la mise en service industriel de celles-ci.

Les manoeuvres à effectuer par le service d'entretien sont toujours programmées et communiquées au personnel de la salle de commande.

5.2. DEVERSOIR DE CRUES

5.2.1. Vannes-segment

Après inspection visuelle du mécanisme, contrôle des niveaux d'huile et éventuel dépoussiérage de l'armoire de commande, la vanne

est ouverte de la valeur d'un pas. Cette commande est faite, soit localement, soit à partir de la salle de commande. Au cours de la manoeuvre d'ouverture, les fins de course de position peuvent être essayés manuellement et les ampoules de signalisation défectueuses sont remplacées.

A la fermeture, l'étanchéité est contrôlée. Si une fuite importante devait être constatée, on procèderait à la mise en place du batardeau puis à l'inspection et au réglage du joint défectueux.

Lors de la mise en place du jeu de batardeaux (une fois l'an pour chaque vanne), on procèdera à la levée complète de la vanne correspondante, au nettoyage des glissières et des surfaces d'étanchéité en acier inoxydable. L'huile des réducteurs sera traitée. Les chaînes seront nettoyées.

5.2.2. Jeu de batardeaux

Une fois par mois, le jeu complet des batardeaux sera introduit alternativement dans chaque passe. A cette occasion, le bon fonctionnement du portique sera vérifié ainsi que les sécurités (fins de course, mou de câble, ...).

On profitera de la mise en place des batardeaux pour examiner de plus près les joints de la vanne-segment correspondante en vidant l'espace compris entre batardeaux et vannes.

Lorsque le niveau du lac est sous le niveau du seuil du déversoir, l'équipe d'entretien nettoyera les glissières et les surfaces d'étanchéité de chaque passe.

Après les essais de fonctionnement des vannes, l'équipe d'entretien procède aux divers petits travaux cités précédemment afin de garder le matériel dans le meilleur état (enlèvement des traces de rouille, peinture,...).

5.3. EVACUATEURS DE DEMI-FOND

5.3.1. Vannes de garde

En période de crues, les vannes de garde des évacuateurs de demi-

fond restent en position ouverte. On veille à s'assurer que l'automatisme relevant la vanne en position haute en cas d'abaissement partiel, fonctionne correctement. Ce contrôle a lieu lors de l'inspection quotidienne. En dehors des crues, la vanne de garde peut rester, si on le désire, en position fermée.

Lors de la semaine d'inspection de ces vannes, chaque vanne de garde est manoeuvrée complètement. Le groupe de pompage et le servomoteur sont inspectés. Une fois l'an, l'huile est traitée à l'épurateur.

Après ouverture de la vanne-segment correspondante, on contrôle les fuites au joint. Si les fuites augmentent de manière significative d'un mois à l'autre, on pourra décider d'extraire la vanne jusqu'à la chambre d'inspection et procéder au réglage ou au remplacement du joint.

De toute manière, il est utile de remonter chaque vanne de garde une fois par an. Ces opérations seront programmées lorsque le niveau du lac est sous le niveau 206 m de façon à travailler à pied sec dans la chambre d'inspection. L'extraction de la vanne s'opère par enlèvement successif des brimbales.

La vanne, une fois sortie, sera complètement nettoyée et les parties attaquées par la rouille seront grattées et repeintes. Le joint sera au besoin ajusté ou, après quelques années de service, remplacé. Le mécanisme de la soupape de by-pass sera nettoyé et graissé.

Les brimbales seront nettoyées, repeintes si nécessaire et graissées aux articulations.

5.3.2. Vannes-segment

Ces vannes sont essayées depuis le local de commande et sur place. Le bon fonctionnement du groupe de pompage et du servomoteur est contrôlé. Une fois l'an, l'huile est traitée à l'épurateur. Lors de l'ouverture, l'étanchéité à la partie supérieure de la vanne est contrôlée et, en cas de fuite excessive, on décidera de procéder à un ajustage du joint après fermeture de la vanne de garde.

5.3.3. Pont-roulant de la galerie 164 m

Le pont est essayé sur toute la longueur du chemin de roulement, de façon à s'assurer du bon contact entre le rail d'alimentation et les balais frotteurs.

Les fins de course des différents mécanismes sont vérifiés.

5.4. PRISES D'EAU ET ADDUCTIONS

Etant donné dans un premier stade, la non utilisation de ces installations, on veillera cependant à effectuer certains contrôles et manoeuvres pour éviter la dégradation du matériel.

5.4.1. Portique dégrilleur

Chaque mois, on effectuera les manoeuvres complètes du rateau dégrilleur en commande automatique et en commande manuelle devant la prise d'eau n° 5, laquelle alimente la micro-turbine.

5.4.2. Batardeaux

Les batardeaux en amont des adductions sont placés pour la sécurité et permettront, lors des travaux de seconde phase, le placement de la vanne-wagon de garde des turbines et la prolongation des conduites forcées.

Pour des questions de conservation de l'équipement, il est conseillé de laisser les conduites sous pression tout en ayant les batardeaux placés en amont.

Chaque année, on procèdera à l'enlèvement des batardeaux et à leur inspection : joints, rouille, soupape de remplissage. Ces entretiens peuvent être étalés durant la saison sèche à raison d'un par mois.

5.4.3. Adductions

Chaque adduction étant sous pression, il convient d'effectuer des purges par ouverture de la vanne de vidange à la partie supérieure, afin d'éviter l'accumulation des sédiments. Cette opération durera quelques minutes et sera répétée chaque mois.

Une fois par an, il sera opportun de faire la vidange de chaque conduite pour vérifier l'étanchéité du batardeau amont. Ici encore, ces opérations peuvent être menées en saison sèche, en concordance avec les travaux d'entretien du jeu de batardeaux correspondant.

Un manomètre, placé sur le fond d'obturation, permet de suivre la vidange. Au cas où la pression ne diminuerait pas au début de la vidange, il faudra améliorer l'étanchéité du jeu de batardeaux éventuellement en l'enlevant et en vérifiant les joints. A la limite, en cas d'insuccès, un homme grenouille devra descendre pour vérifier les parties fixes et procéder au nettoyage des rainures.

5.4.4. Conduites pour l'irrigation

Les vannes seront manoeuvrées et vérifiées une fois par mois pour éviter leur blocage.

5.4.5. Limnimètres

Chaque jour, la concordance entre la mesure du niveau par flotteur et l'échelle sera contrôlée et les corrections seront effectuées si nécessaire.

De même la concordance entre la mesure locale et la valeur transmise en salle de contrôle doit être vérifiée et au besoin, réglée.

Une fois par mois, on vérifiera le bon fonctionnement des contacts donnant l'ordre d'ouverture des deux vannes d'extrémité du déversoir.

5.5. PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

5.5.1. Groupe hydroélectrique

En plus de la surveillance permanente assurée depuis la salle de contrôle et la surveillance automatique par relayage et alarmes, une inspection quotidienne du groupe permet de vérifier les niveaux d'huile, les échauffements, les vibrations anormales, etc...

Une fois par mois, on procèdera à un entretien comprenant :

. l'arrêt du groupe, la vérification des protections,
. les travaux préconisés par le constructeur,
. le soufflage de l'alternateur pour enlever les poussières,

Une fois par an, un entretien poussé comprenant :

. l'inspection de la roue et éventuellement les recharges par soudure et le meulage des parties ayant souffert de la cavitation ou de l'usure,
. l'inspection des paliers,
. le traitement de l'huile des paliers et du régulateur de vitesse
. le dépoussiérage de l'alternateur et des armoires électriques.

5.5.2. Groupe diesel

Chaque semaine, le groupe diesel-alternateur sera démarré et fonctionnera pendant quelques minutes à la tension nominale. Une fois par mois, au moment de l'entretien de la turbine, le groupe fonctionnera en charge.

Les entretiens seront conformes aux instructions du CONSTRUCTEUR.

5.5.3. Equipements électriques

Tableaux électriques : chaque mois, on procèdera à l'inspection des tableaux, à leur dépoussiérage, à la manoeuvre des disjoncteurs et interrupteurs, au contrôle des relais et de la signalisation.

Une fois par an, les tiroirs débrochables seront extraits et révisés suivant les indications du CONSTRUCTEUR.

5.5.4. Redresseurs-batteries

Chaque semaine, le niveau d'électrolyte est contrôlé et, au besoin, ajusté. Une fois par mois, on vérifie la densité de l'électrolyte et on procède à une charge poussée de la batterie.

5.5.5. Eclairage

Chaque mois, toutes les installations d'éclairage intérieur et extérieur sont vérifiées et les ampoules et appareillage auxiliaire défectueux sont remplacés. On veille au nettoyage des boîtiers et au remplacement des joints d'étanchéité en cas d'humidité ou d'introduction d'insectes.

5.5.6. Téléphonie

Outre la vérification du bon fonctionnement, on procèdera une fois par an à la vérification de tous les appareils en se conformant aux instructions du CONSTRUCTEUR.

L'isolement des câbles téléphoniques sera vérifié en saison des pluies et les éventuels défauts constatés seront éliminés.

5.6. ETABLISSEMENTS D'UN FICHIER

Chaque équipement sera répertorié sur fiche comprenant :

- les caractéristiques principales,
- date d'installation et éventuelles anomalies constatées au montage,
- date de la mise en service et relation des essais et mises au point ainsi que des réglages (jeux, fuites, pressions, ...),
- dates et objet des inspections,
- dates et objet des entretiens, travaux effectués, pièces défectueuses..., durée des mises hors service,
- dates et nature des pannes, nombre d'heures de service, pièces remplacées, durée de la réparation.

Parallèlement à ce fichier, on établira, par équipements similaires, la fréquence et le type de pannes, les pièces remplacées etc... afin de relever les anomalies éventuellement dues à la conception ou à la construction, tenter d'y remédier de façon définitive avec l'aide du CONSTRUCTEUR et ce, si possible durant la période de garantie et, le cas échéant, commander un nombre de pièces de rechange suffisant pour remédier aux pannes pouvant se présenter.

CONSIGNES D'ENTRETIEN MENSUEL

Item	N° Vanne	Equipements concernés	Semaine 1					Semaine 2					Semaine 3					Semaine 4				
			L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
1	A	Déversoir																				
	A1	Vanne-segment	x																			
	A2	.....	x																			
	A3	.....		x																		
	A4	.....		x																		
	A5	.....			x																	
	A6	.....			x																	
	A7	.....				x																
	A8	.....				x																
2-3		Portique et jeu de batardeaux	x																			
	B	Evacuateur demi-fond																				
4-5	B1	Vanne-segment et vanne de garde						x														
	B2	.....						x														
	B3	.....							x													
	B4	.....							x													
	B5	.....								x												
	B6	.....								x												
	B7	.....									x											
8		Pont-roulant galerie 164 m ...									x											
	C	Prises d'eau																				
	C1	Batardeau, portique et dégrilleur											x									
	C2	.....											x									
	C3	.....												x								
	C4	.....												x								
	C5	.....													x							
13		Vannes de vidange conduites														x						
7		Conduites pour l'irrigation														x						
25		Pompes puisards														x						
14		Limnimètres					x					x					x					x
16		Groupe hydroélectrique																		x		
17		Groupe diesel																			x	
18		Tableaux de distribution																	x			
19		Redresseur-batterie 24 V					x					x					x					x
23		Redresseur-batterie téléphonique					x					x					x					x
21		Eclairage																x				
22		Téléphonie																x				

6. ESTIMATION DES COUTS

Les coûts des équipements établis dans le rapport final, Mission A.1.11 "Etude des Variantes", ont été revus pour tenir compte de la nouvelle définition des équipements pour la première phase du projet.

Comme précédemment, les coûts sont subdivisés en prix FOB départ usine, frais de transport et frais de montage avec part en devises et part en monnaie locale. Une somme provisionnelle de 10 % est prévue pour tenir compte des divers et imprévus.

Le récapitulatif des dépenses s'établit comme suit :
(en millions de F. CFA - 1 DM = 92,4 F.CFA) - Valeurs octobre 1976

Equipement	Prix FOB	Transport	Montage	Total général
A. Déversoir	335	70	90	495
B. Evacuateurs de demi-fond	898	115	360	1.373
C. Prises d'eau	820	150	415	1.385
D. Auxiliaires	133	18	34	185
Total	2.186	353	899	3.438
Divers et imprévus				344
Grand total				3.782

MANANTALI - EQUIPEMENTS DU BARRAGE - ESTIMATION PREVISIONNELLE

ITEM N°	EQUIPEMENTS	Nombre	Coûts en millions de Frs CFA 1 DM = 92,4 F CFA							
			Prix FOB	Transport Devises	Transport Monnaie locale	Montage Devises	Montage Monnaie locale	Total Devises	Total Monnaie locale	Total général
A.	DEVERSOIR									
1.1. à 1.8.	. Vannes-segment	8	280							
2.1. à 2.9.	. Jeu de batardeaux + glissières	1 + 8	35							
3.1. - 3.2.	. Portique de manutention	1	20							
	Total :		335	40	30	65	25	440	55	495
B.	EVACUATEURS DE DEMI-FOND									
4.1. à 4.7.	. Vannes-segment	7	200							
5.1. à 5.14.	. Vannes-wagon de garde	7	400							
6.1. à 6.7.	. Blindages	7	275							
7.1. - 7.2.	. Conduites ø 800 mm et 2 vannes	2	3							
8.1. - 8.2.	. Pont roulant	1	20							
	Total :		898	65	50	270	90	1.233	140	1.373
C.	PRISES D'EAU									
9.1. à 9.5.	. Grilles d'entrée	5	80							
10.1. à 10.10	. Jeux de batardeaux et glissières	5 + 5	100							
11.1. - 11.2.	. Portique de manutention avec dégrilleur	1	80							
12.1. à 12.5.	. Carters Vannes-wagon	5	200							
(12.6 à 12.10)	(. mécanismes)	(5)	(100)	p.m. 2de phase,						
13.1. à 13.5.	. Blindages et conduites	5	360							
	Total :		820	82	68	315	100	1.217	168	1.385
D.	EQUIPEMENTS AUXILIAIRES :									
14.1. à 14.2.	Mesures de niveaux	2	4							
15	Equipements de la salle de contrôle	1	4							
16	Groupe hydroélectrique	1	40							
17	Groupe électrogène	1	6							
18	Tableaux 380 V	4	6							
19	Courant continu 24 V	1	3							
20	Câbles et accessoires		20							
21	Eclairage		7							
22	Téléphonie locale		6							
23	Réseau de mise à la terre		3							
24	Atelier de mécanique et outillage		30							
25	Pompes puisards du barrage	2	4							
26 - 27	Outillage spécial et pièces de rechange		p.m.							
			133	10	8	22	12	165	20	185
	RECAPITULATIF									
A.	DEVERSOIR		335	40	30	65	25	440	55	495
B.	EVACUATEURS DE DEMI-FOND		898	65	50	270	90	1.233	140	1.373
C.	PRISES D'EAU		820	82	68	315	100	1.217	168	1.385
D.	EQUIPEMENTS AUXILIAIRES		133	10	8	22	12	165	20	185
	Total :		2.186	197	156	672	227	3.055	383	3.438
	Divers et imprévus 10 % :									344
	Grand total :									3.782

LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Capacité d'évacuation du déversoir en fonction du niveau de la retenue et de l'ouverture d'une passe.

Fig. 2. Capacité d'évacuation de la vidange de fond en fonction du niveau de la retenue et de l'ouverture du pertuis.

Fig. 3. Consignes de manoeuvre des vannes pour les niveaux supérieurs à 208 m.

Fig. 4. Plan A 2.4.111 Vue d'ensemble du barrage.

Fig. 5. Plan A 2.4.106 Barrage - Auxiliaires électriques au niveau 164 m.

Fig. 6. Plan A 2.4.107 Barrage - Auxiliaires électriques au niveau 212 m.

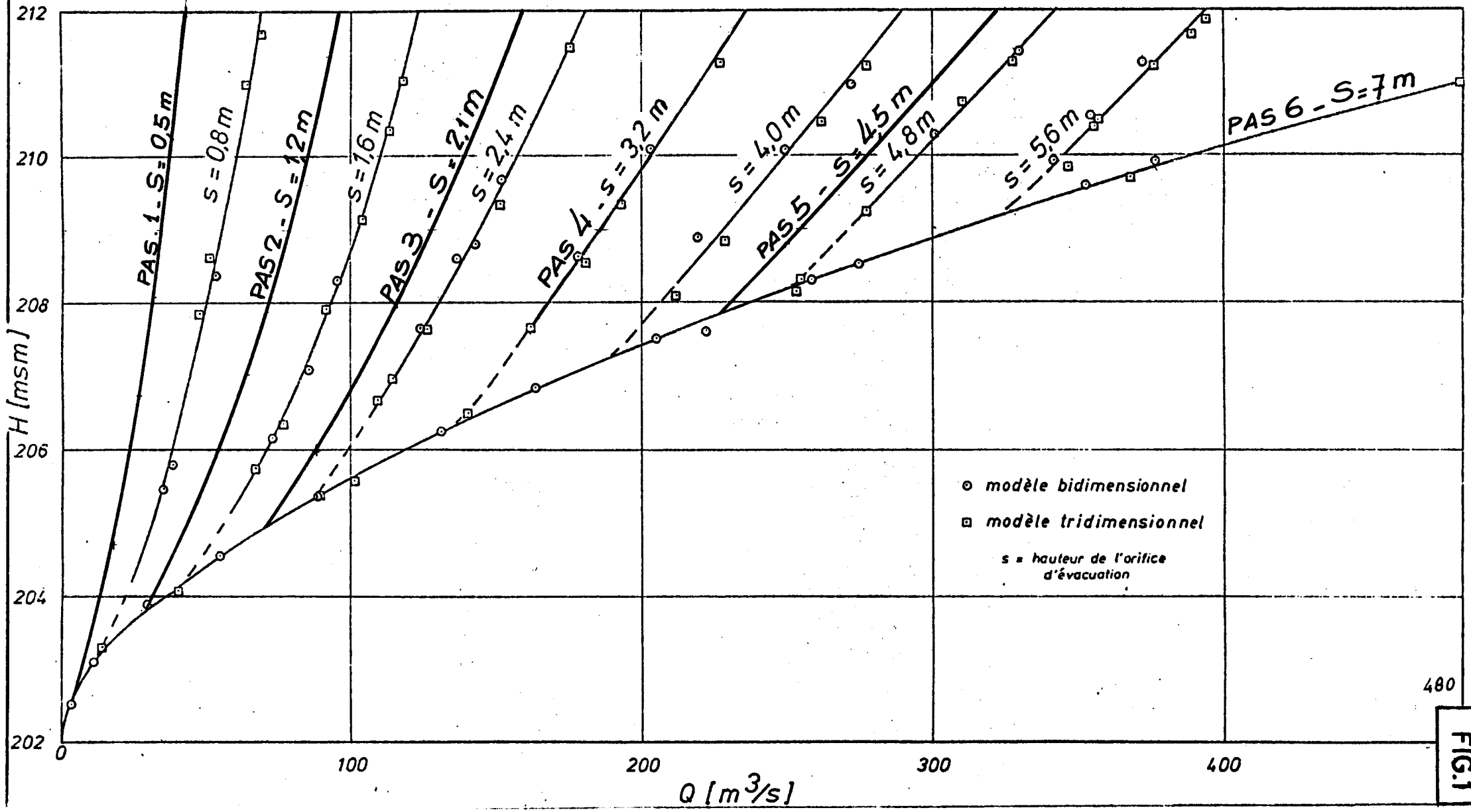
Fig. 7. Plan A 2.4.108 Barrage - Equipements du déversoir.

Fig. 8. Plan A 2.4.109 Barrage - Equipements des évacuateurs de demi-fond.

Fig. 9. Plan A 2.4.110 Barrage - Equipements des prises d'eau et adductions.

Capacités d'évacuation du déversoir en fonction du niveau de la retenue et de l'ouverture des passes

(pour 1 passe)



480

FIG.1

Barrage de Manantali
Essais sur modèle

Capacités d'évacuation de la vidange de fond en fonction du niveau de la retenue et de l'ouverture du pertuis (écoulement symétrique)

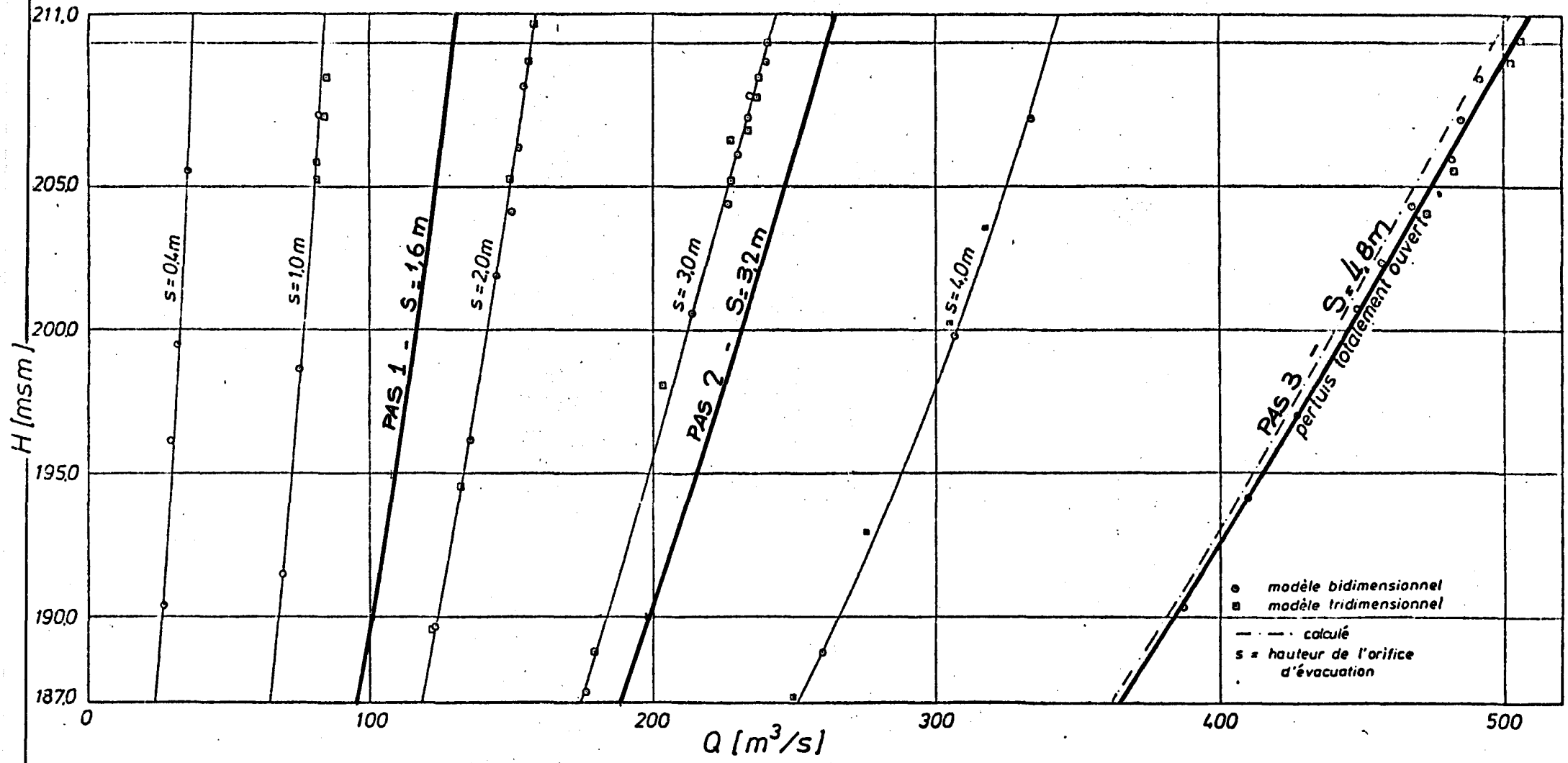
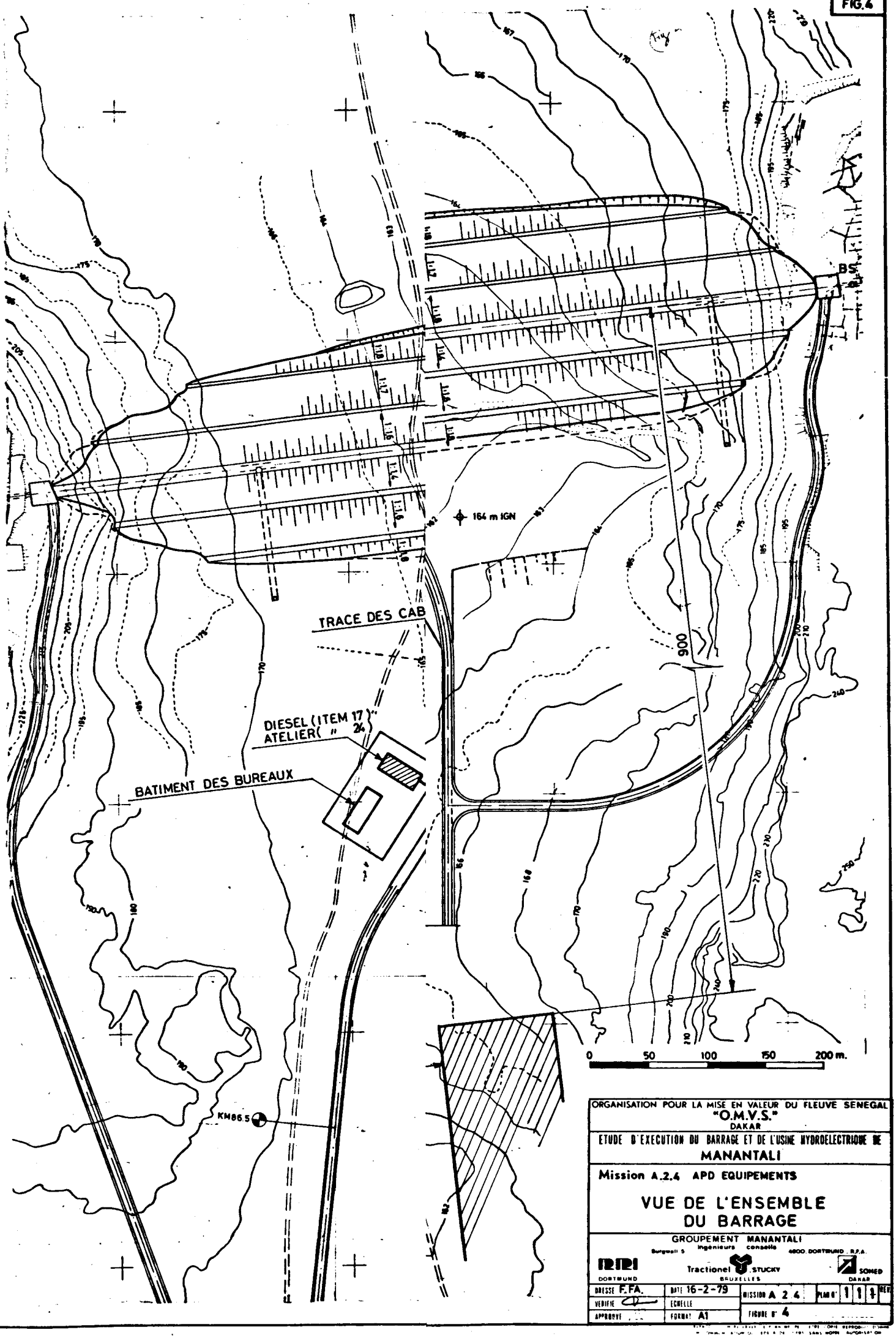


FIG. 2

CONSIGNES DE MANOEUVRE DES VANNES POUR LES NIVEAUX SUPERIEURS A 208 M

NIVEAU	SURFACE AUTOM.		SURFACE MANUEL.		FOND MANUEL.		DEBIT TOTAL
	Position	Débit	Position	Débit	Position	Débit	(m3/s)
208,00	-	-	-	-	-	-	0
208,05	1 x 0,50	30	-	-	-	-	30
208,08	2 x 0,50	59	-	-	-	-	59
208,11	2 x 1,20	134	-	-	-	-	134
208,14	2 x 2,10	229	-	-	-	-	229
208,17	2 x 2,10	230	6 x 0,50	178	-	-	408
208,20	2 x 2,10	231	6 x 1,20	407	-	-	638
208,23	2 x 2,10	232	6 x 2,10	696	-	-	928
208,26	2 x 2,10	233	6 x 3,20	1.035	-	-	1.268
208,29	2 x 3,20	346	6 x 3,20	1.038	-	-	1.384
208,32	2 x 4,50	468	6 x 3,20	1.041	-	-	1.509
208,35	2 x 7,00	544	6 x 3,20	1.044	-	-	1.588
208,38	2 x 7,00	547	6 x 4,50	1.418	-	-	1.965
208,40	2 x 7,00	550	6 x 7,00	1.649	-	-	2.199
208,90	2 x 7,00	622	6 x 7,00	1.876	-	-	2.498
209,00	2 x 7,00	630	6 x 7,00	1.890	7 x 1,60	886	3.406
209,90	2 x 7,00	774	6 x 7,00	2.322	7 x 1,60	893	3.989
210,00	2 x 7,00	782	6 x 7,00	2.346	7 x 3,20	1.813	4.941
210,90	2 x 7,00	946	6 x 7,00	2.838	7 x 3,20	1.827	5.611
211,00	2 x 7,00	953	6 x 7,00	2.859	7 x 4,80	3.556	7.368

FIG.4



ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL
"O.M.V.S."
DAKAR

ETUDE D'EXECUTION DU BARRAGE ET DE L'USINE HYDROELECTRIQUE DE
MANANTALI

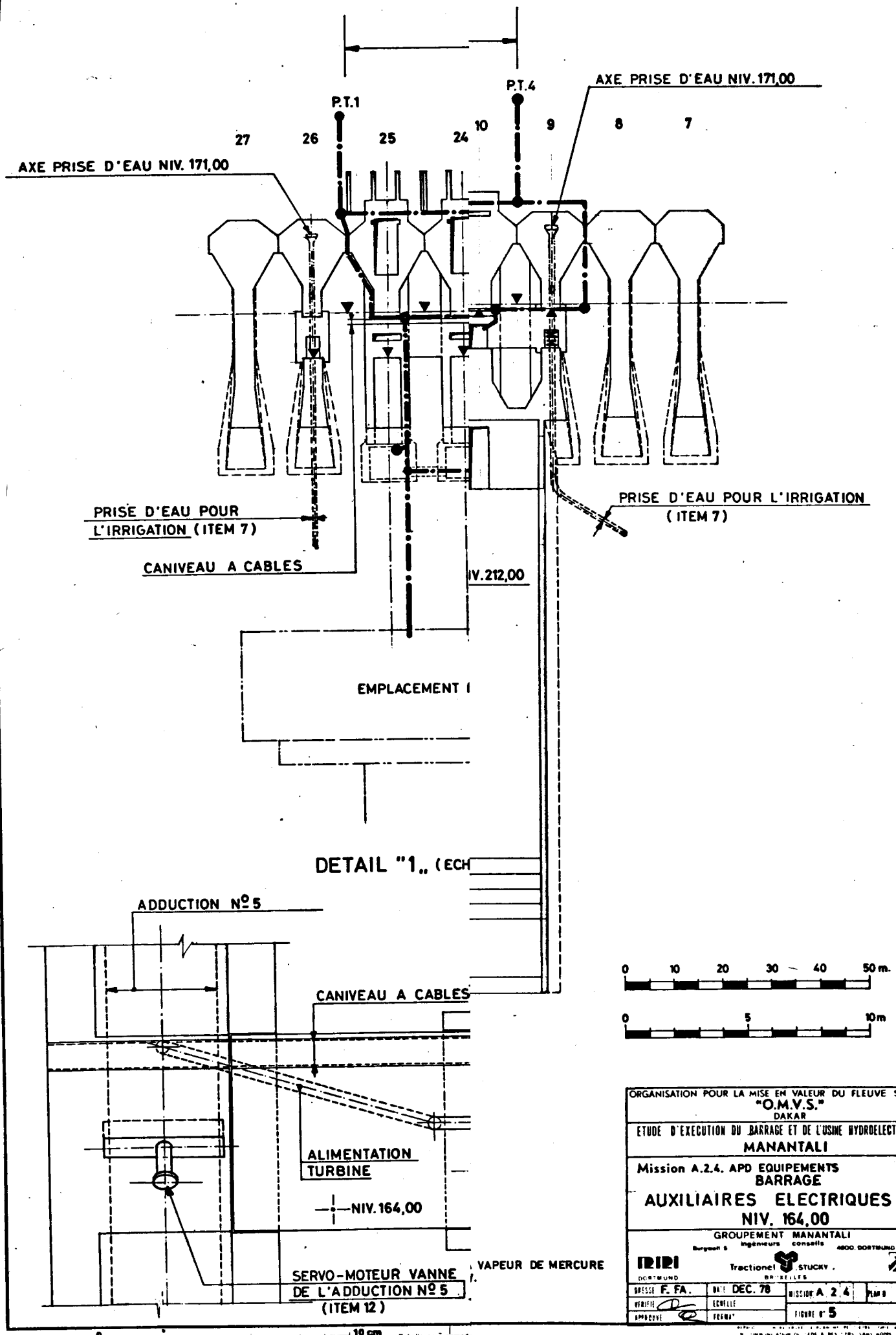
Mission A.2.4 APD EQUIPEMENTS

VUE DE L'ENSEMBLE
DU BARRAGE

GROUPEMENT MANANTALI
ingénieurs conseils
Burgwall 5 4600 DORTMUND R.F.A.
RPI DORTMUND — Tractionel BRUXELLES — STUCKY — SOMED DAKAR

DRESSE F.FA.	DATE 16-2-79	MISSION A 2 4	PLAN N° 1 1 1 REV
VERIFIE	ECHELLE		
APPROUVE	FORMAT A1	FIGURE N° 4	

FIG 5



ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL
"O.M.V.S."
DAKAR

ETUDE D'EXECUTION DU BARRAGE ET DE L'USINE HYDROELECTRIQUE DE
MANANTALI

Mission A.2.4. APD EQUIPEMENTS
BARRAGE

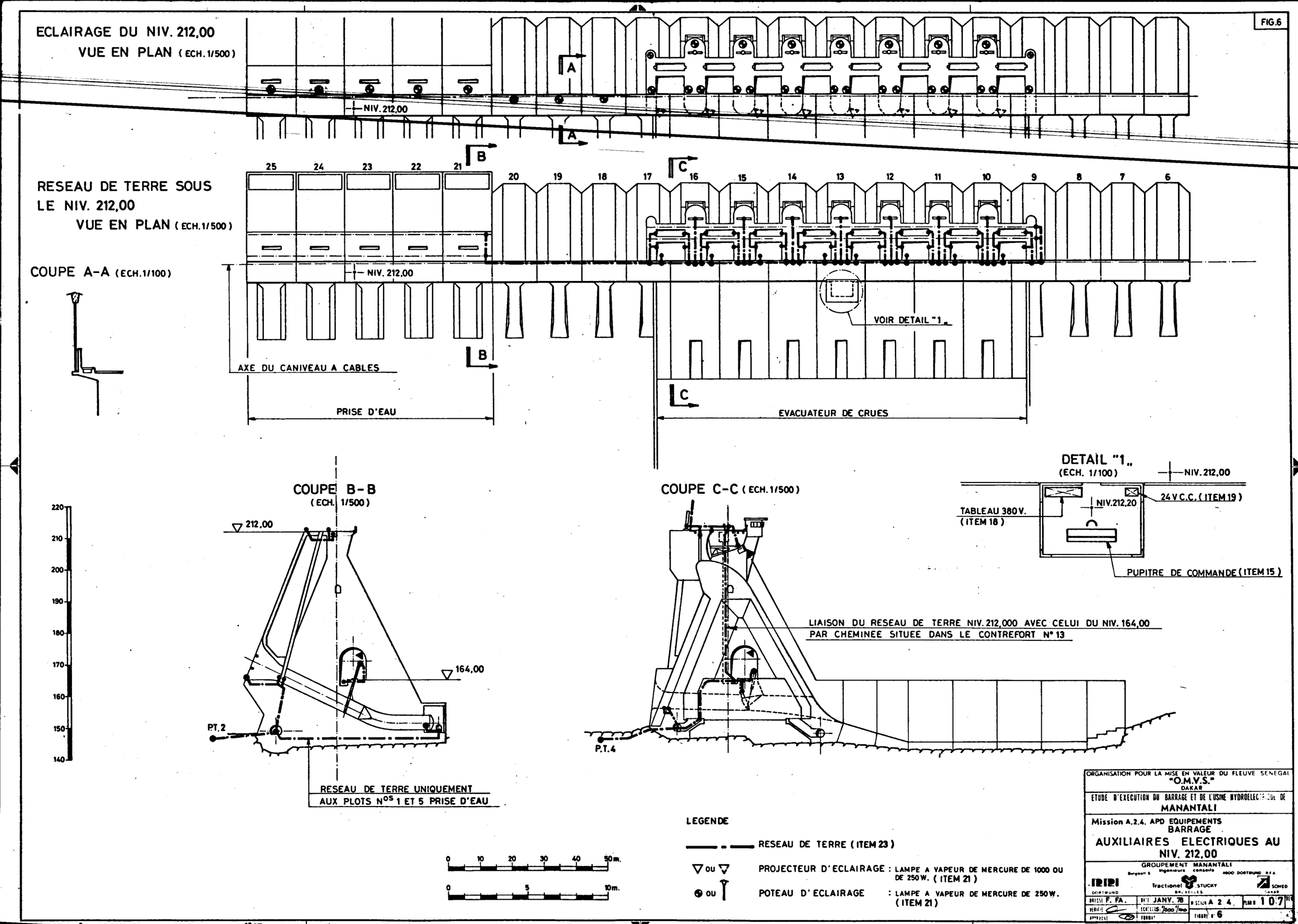
AUXILIAIRES ELECTRIQUES AU NIV. 164,00

GROUPEMENT MANANTALI
Ingénieurs conseils
Burgeoff S — 4600, DORTMUND R.F.A.
RIPI DORTMUND — Tractionel BRUXELLES — J. STUCKY — SOMED DAKAR

DRESSE F. FA.	DATE DEC. 78	MISSION A 2 4	PLAN N° 1 0 6 REV
VERIFIE	ECHELLE		
APPROUVE	FORMAT	FIGURE N° 5	

FIG.6

ECLAIRAGE DU NIV. 212,00
VUE EN PLAN (ECH. 1/500)



RESEAU DE TERRE SOUS
LE NIV. 212,00
VUE EN PLAN (ECH. 1/500)

COUPE A-A (ECH. 1/100)

COUPE B-B
(ECH. 1/500)

COUPE C-C (ECH. 1/500)

DETAIL "1"
(ECH. 1/100)

LEGENDE

RESEAU DE TERRE (ITEM 23)

▽ ou ▽ PROJECTEUR D'ECLAIRAGE : LAMPE A VAPEUR DE MERCURE DE 1000 OU DE 250 W. (ITEM 21)

⊕ ou POTEAU D'ECLAIRAGE : LAMPE A VAPEUR DE MERCURE DE 250 W. (ITEM 21)

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL
"O.M.V.S."
DAKAR

ETUDE D'EXECUTION DU BARRAGE ET DE L'USINE HYDROELECTRIQUE DE
MANANTALI

Mission A.2.4. APD EQUIPEMENTS
BARRAGE

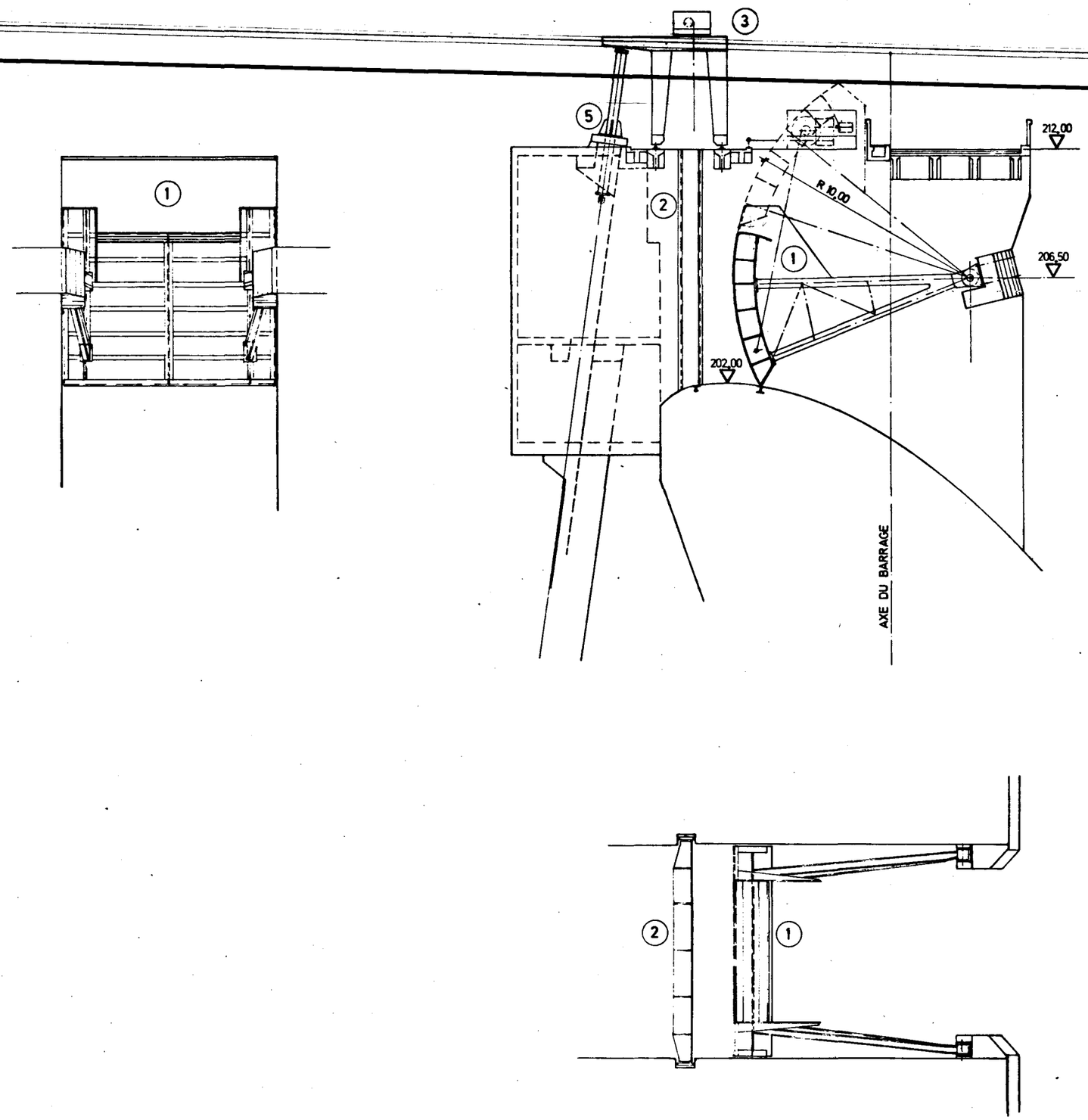
AUXILIAIRES ELECTRIQUES AU
NIV. 212,00

GROUPEMENT MANANTALI
Burgeap S. Ingénieurs conseils — RIPI Dortmund — Tractionel Bruxelles — STUCKY — 4600 Dortmund R.F.A. — SONED Dakar

DESSINE F. FA.	DATE JANV. 78	N° SCHEM A 2 4.	PLANS 1 0 7
VERIFIE	ECHELLES: 1/500 1/100	FIGURE N° 6	
APPROUVE	FORMAT		

10 cm Echelle pour agrandissement micro-film

FIG7



0 5 10 15

VUE GENERALE VOIR PLAN Nº 109

◯ Nº ITEM EQUIPEMENTS DU BARRAGE

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL
"O.M.V.S."
DAKAR

ETUDE D'EXECUTION DU BARRAGE ET DE L'USINE HYDROELECTRIQUE DE
MANANTALI

Mission A 2.4 APD EQUIPEMENTS
BARRAGE
EQUIPEMENTS DU DEVERSOIR
DE CRUES

GROUPEMENT MANANTALI
ingénieurs conseils
Burgwall 5 4600. DORTMUND . R.F.A.

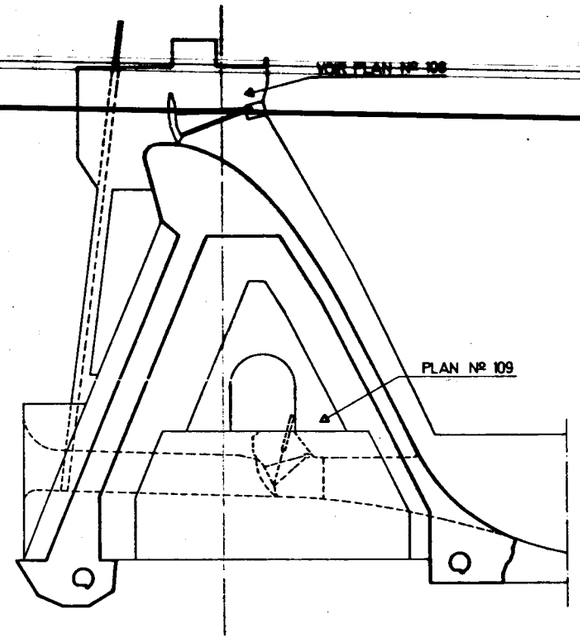
RBI DORTMUND — Tractionel . STUCKY . BRUXELLES — SONED DAKAR

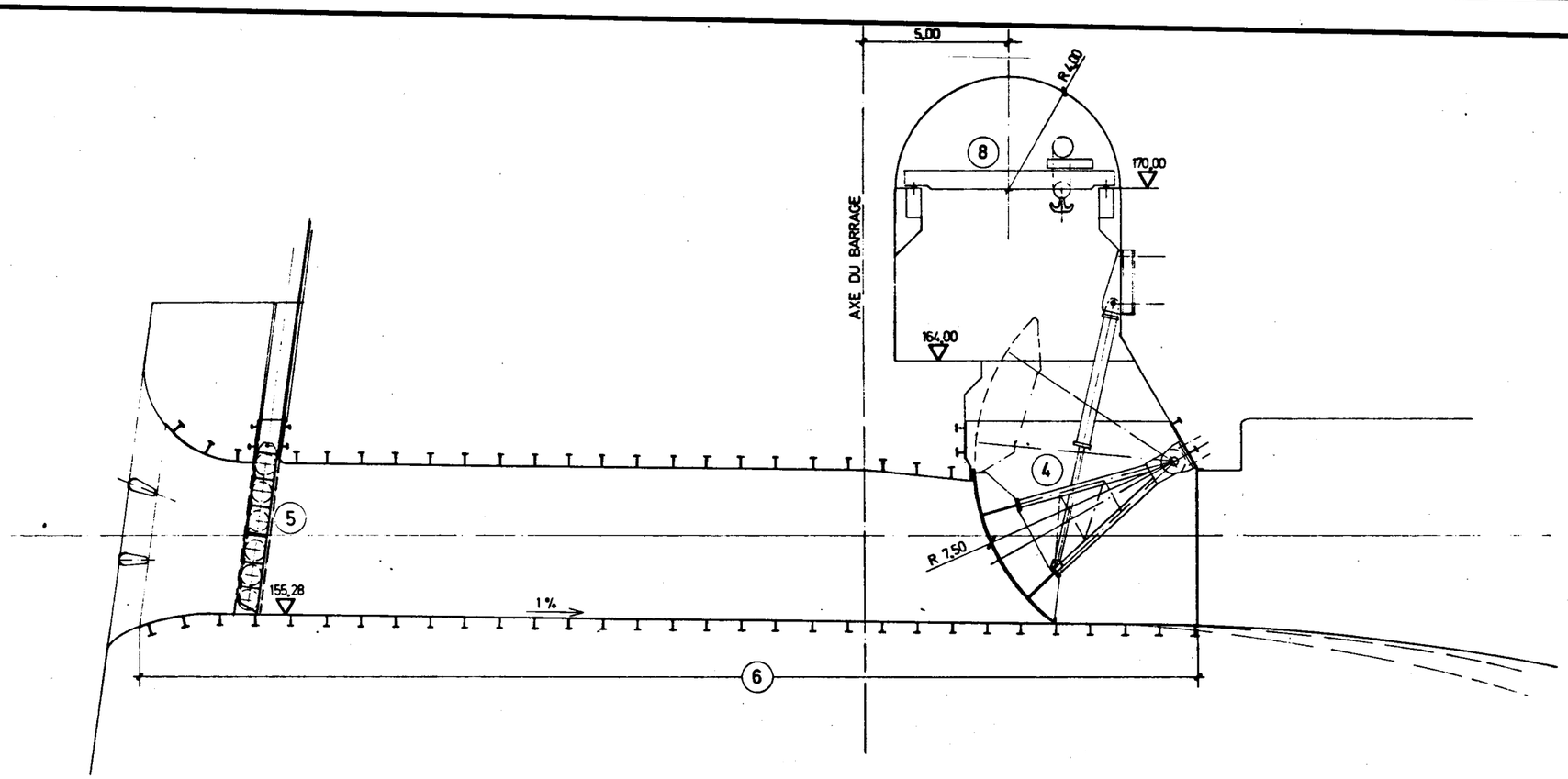
DRESSE	DATE JAN. 1979	MISSION	A	2	4		PLAN N°	1	0	8	REV
VERIFIE	ECHELLE										
APPROUVE	FORMAT	FIGURE N° 7									

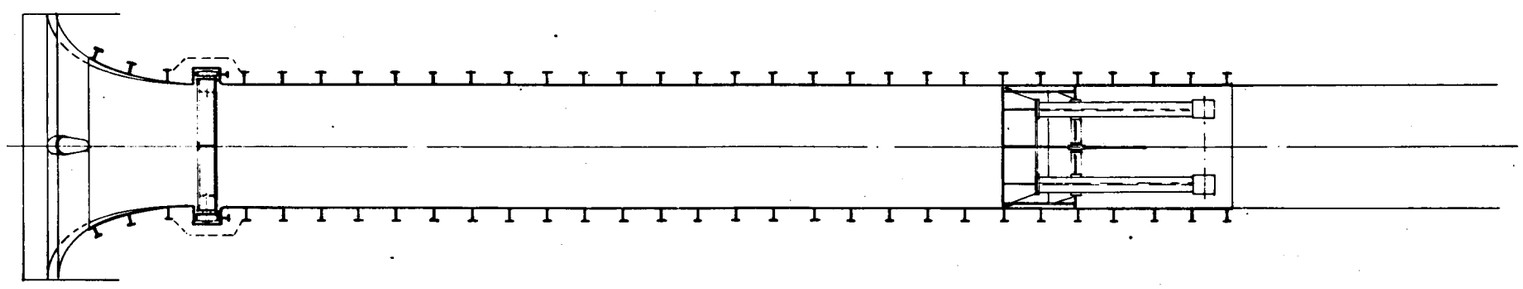
REPRODUCTION RESERVEE CE PLAN NE PEUT ETRE COPIE REPRODUIT DONNE EN COMMUNICATION OU CEDE A DES TIERS SANS NOTRE AUTORISATION

FIG 8

VUE GENERALE







0 5 10 15 m.

◯ Nº ITEM EQUIPEMENTS DU BARRAGE

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL
"O.M.V.S."
DAKAR

ETUDE D'EXECUTION DU BARRAGE ET DE L'USINE HYDROELECTRIQUE DE
MANANTALI

Mission A 2,4 APD EQUIPEMENTS
BARRAGE

EQUIPEMENTS DES EVACUATEURS
DE DEMI-FOND

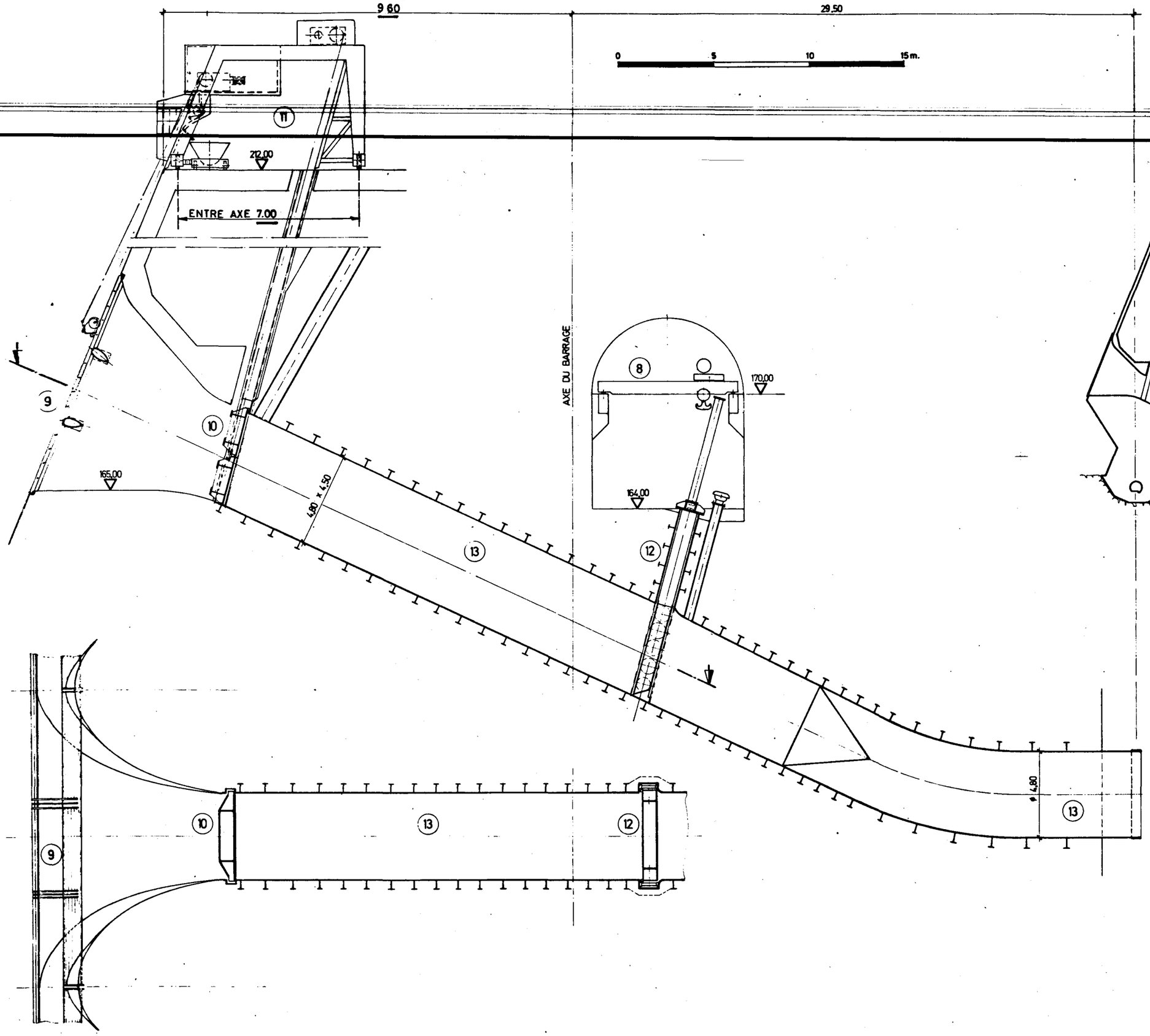
GROUPEMENT MANANTALI
Burgwall 5 ingénieurs conseils 4800 DORTMUND . R.F.A.

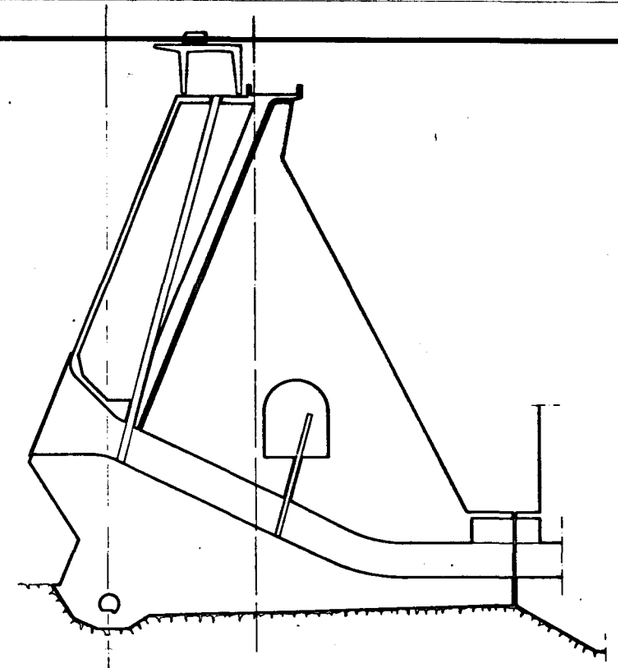
IRI DORTMUND — Tractionel . STUCKY BRUXELLES — SONED DAKAR

DRESSE	DATE JAN. 1979	MISSION	A	2	4	PLAN N°	1	0	9	REV
VERIFIE	ECHELLE								
APPROUVE	FORMAT	FIGURE N°8							

REPRODUCTION RESERVEE CE PLAN NE PEUT ETRE COPIE REPRODUIT DONNE EN COMMUNICATION OU CEDE A DES TIERS SANS NOTRE AUTORISATION

FIG.9





◯ N° ITEM EQUIPEMENTS DU BARRAGE

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL
"O.M.V.S."
DAKAR

ETUDE D'EXECUTION DU BARRAGE ET DE L'USINE HYDROELECTRIQUE DE
MANANTALI

Mission A 2.4 APD EQUIPEMENTS
BARRAGE
EQUIPEMENTS PRISES D'EAU
ET ADDUCTIONS

GROUPEMENT MANANTALI
Ingénieurs conseils
Burgwall. 5 4600. DORTMUND . R.F.A.

RPI DORTMUND — Tractionel . STUCKY BRUXELLES — SONED DAKAR

DRESSE	DATE JAN. 1979	MISSION	A	2	4		PLAN N°	1	1	0	REV
VERIFIE	ECHELLE									
APPROUVE	FORMAT	FIGURE N°9								

REPRODUCTION RESERVEE CE PLAN NE PEUT ETRE COPIE REPRODUIT DONNE EN COMMUNICATION OU CEDE A DES TIERS SANS NOTRE AUTORISATION