

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

SOCIETE DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE ET INDUSTRIEL

S O D A G R I

A M E N A G E M E N T D U B A S S I N D E L ' A N A M B E

ETUDES SECTORIELLES ET DE CONCEPTION

10. STATIONS DE POMPAGE

M I N U T E

ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS, S.A.

ZURICH - DAKAR

15.12.1979

TABLE DES MATIERES

	Page
1. GENERALITES	10 - 1
2. CONCEPTION DES STATIONS DE POMPAGE	10 - 2
2.1. Principes directeurs	10 - 2
2.2. Conception de base	10 - 2
2.3. L'équipement en matériel	10 - 3
2.3.1. Les pompes	10 - 3
2.3.2. Les moteurs	10 - 5
2.3.3. Le matériel électrique	10 - 6
2.4. Le génie-civil	10 - 6
2.4.1. La prise d'eau	10 - 6
2.4.2. Le bâtiment	10 - 7
2.5. Les conduites de refoulement	10 - 8
2.6. L'aménagement des abords	10 - 8
3. LA STATION DE POMPAGE DE LA PHASE I	10 - 9
3.1. Fiche technique station phase I	10 - 11
4. LA STATION DE POMPAGE DES PHASES II ET III	10 - 12
4.1. Fiche technique station phases II et III	10 - 16
5. LA STATION DE POMPAGE (HAUT SERVICE) DE LA PHASE III	10 - 17
5.1. Fiche technique station (haut service) phase III	10 - 18
6. LA STATION DE POMPAGE DES PHASES IV ET V	10 - 19
6.1. Fiche technique station phase IV et V	10 - 21

A N N E X E

DETAILS ESTIMATIFS

- A 1 STATION DE POMPAGE PHASE I
- A 2 REINSTALLATION DU MATERIEL STATION PHASE I
- A 3 STATION DE POMPAGE PHASE II
- A 4 STATION DE POMPAGE PHASE III (COMPLEMENT MATERIEL)
- A 5 STATION DE POMPAGE PHASE III (HAUT SERVICE)
- A 6 STATION DE POMPAGE PHASES IV ET V
- A 7 RECAPITULATION

LISTE DES FIGURES

- Figure 10 - 1 PLAN DE SITUATION
- Figure 10 - 2 STATION DE POMPAGE RIVE DROITE, $3,75 \text{ m}^3/\text{s}$ (PHASE I)
- Figure 10 - 3 STATIONS DE POMPAGE, SITUATION
- Figure 10 - 4 STATION DE POMPAGE RIVE DROITE, $18,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (PHASES II / III)
- Figure 10 - 5 STATION DE POMPAGE RIVE GAUCHE, $12 \text{ m}^3/\text{s}$ (PHASES IV / V)

1. GENERALITES

Ainsi qu'il l'est écrit dans la partie relative à l'aménagement du périmètre, l'alimentation du réseau de distribution par canaux nécessite le relevage des eaux d'irrigation au moyen de stations de pompage.

L'appréciation à leur juste valeur des incidences économiques sur le projet dues à cette contrainte, a conduit à rechercher des sites d'implantation et des conditions de fonctionnement aussi favorables que possible, concrétisées par la minimalisation des hauteurs de refoulement.

En outre, la quantité d'énergie consommée annuellement revêtant elle aussi une importance toute particulière, seul un mode de fonctionnement collant au plus près aux besoins a été retenu.

La création d'une centrale hydro-électrique au pied du barrage permet d'envisager partiellement un entraînement des machines à l'électricité. Un appoint au moyen de moteurs thermiques diésel est toutefois nécessaire.

L'équipement du périmètre étant effectué en phases successives le tableau récapitulatif ci-dessous montre quelles seront les stations à construire ou à développer aux différents stades de l'aménagement.

TABLEAU RECAPITULATIF DES STATIONS DE POMPAGE (voir plan de situation, figure 10-1)

Phase	Nombre de stations	Débit m ³ /s	Hauteur de refoulement (HMT) m	Surface desservie ha	Mode d'entraînement	Emplacement
I	1	3,75	14	1470	Diésel	Rive droite
II	1	11,25	13	4440	Electrique + appoint diésel	Rive droite
III	1.*	18,5	13	7490	Electrique + appoint diésel	Rive droite
III	1	5,4	9,5	2255	Diésel	Rive droite
IV	1	12,0	20	8775	Diésel	Rive gauche

* Cette station est une extension de celle établie pour la phase II.

2. CONCEPTION DES STATIONS DE POMPAGE

2.1. Principes directeurs

Les stations de pompage destinées à alimenter le périmètre de l'Anambé sont une pièce maîtresse du point de vue de la garantie de l'alimentation en eau d'irrigation. De leur bonne marche dépendra en fait la réussite ou l'échec des cultures établies sur les terres qu'elles desservent en eau.

C'est pourquoi, la robustesse, la fiabilité et la simplicité du matériel qui les équipe ont été à la fois des principes directeurs et des facteurs déterminants.

Par conséquent, toutes les stations, hormis celle de la phase 1 qui, si le programme de développement du périmètre suit le cours prévu, ne devrait pas travailler plus de quatre ans, sont équipées de prises d'eau gravitaires et les pompes sont situées au-dessous du plan d'eau à l'aspiration. Cette disposition permet, non seulement de s'affranchir totalement des risques de désamorçage, mais aussi et surtout, diminue les pertes de charge et autorise un fonctionnement dans les meilleures zones de rendement des machines.

Le respect de ces principes directeurs et par ailleurs les conditions climatiques conduisent également à installer le matériel mécanique et électrique équipant les stations définitives dans des bâtiments adéquats, en dur, fermés.

2.2. Conception de base

L'ensemble d'une station (voir figures 10-4 et 10-5) comprend essentiellement :

- le hall machines
- la salle de commande et de contrôle

- les locaux des cellules électriques *
- un atelier de réparation et de stockage des pièces de rechange
- un bureau pour le responsable de l'usine
- les loges transformateurs extérieurs attenantes au bâtiment principal *

Les alentours de la station et la prise d'eau sont aménagés en une plateforme de circulation supportant les charges roulantes amenées à s'y déplacer. Une clôture métallique munie d'un portail d'entrée permet d'isoler complètement l'enceinte. Les habitations des surveillants sont situées au dehors de cette enceinte. Une route répondant aux normes relie chaque station au réseau national.

Toutefois, en ce qui concerne la station de pompage de la phase 1 une conception moins élaborée a été retenue, ceci afin de réduire le montant des investissements. Dans ce cas, l'ensemble formé par les groupes de pompage et les moteurs diesel est simplement protégé par une charpente métallique ouverte sur les côtés, assurant ainsi la bonne ventilation des moteurs. Pareillement aux autres stations, le complexe est placé dans une enceinte clôturée.

2.3. L'équipement en matériel

2.3.1 Les pompes

Pour répondre aux critères fixés précédemment (cf. 2.1: 2ème alinéa) seules conviennent les pompes hélicoïdales verticales (type forage), les pompes centrifuge ou hélico-centrifuge et les pompes à double flux. Les premières, plongent directement dans l'eau qu'elles sont chargées de pomper, tandis que les deux autres types de machines sont installés hors d'eau à l'intérieur d'un cuvelage étanche.

Les pompes hélicoïdales verticales ont l'avantage de permettre, en général, un génie-civil en sous-sol plus réduit par rapport à celui qui est requis par les autres types de pompes. Par contre, du fait de sa construction, l'arbre entraînant la roue et les paliers intermédiaires travaillent dans l'eau, ce qui provoque d'importantes sujétions au niveau de la lubrification

* n'existent pas dans les stations diesel

particulièrement lorsque l'eau pompée n'est pas filtrée, comme c'est le cas en irrigation. Cette machine nécessite donc des révisions de la ligne d'arbre relativement fréquentes, qui occasionnent chaque fois le démontage du moteur et le retrait de l'ensemble de la pompe de sa fosse de pompage. Il en découle des temps d'arrêt plus longs et des frais de maintenance sensiblement plus élevés que pour d'autres types de pompes.

Les pompes centrifuge, hélico-centrifuge ou à double flux sont installées à sec. Lorsqu'elles sont verticalisées, le volume du génie-civil en sous-sol peut être réduit et la différence avec celui qu'exigent les pompes hélicoïdales verticales devient minime.

L'avantage essentiel de ces deux machines est que seule la roue à aube tourne dans le liquide pompé. Les autres parties mobiles sont hors d'eau et baignent dans l'huile. Il s'ensuit un contrôle aisé, une maintenance simplifiée et une longévité accrue.

A cause de sa capacité d'avalement, de sa conception (facilité d'accès aux organes), de sa vitesse de rotation peu élevée, on choisira la pompe centrifuge ou hélico-centrifuge verticalisée de préférence à la pompe à double flux. Capable de travailler aux rendements les plus élevés, elle est bien la pompe qui convient le mieux pour l'irrigation et répond parfaitement aux conditions requises pour l'équipement du périmètre de l'Anambé.

A ce sujet, il convient encore de signaler qu'il existe sur le marché des fabrications de pompes ayant les volutes en béton. Cette technique est également parfaitement maîtrisée et les rendements sont analogues aux machines à volute fonte. Aux débits élevés elles sont souvent moins coûteuses. Il se pourrait donc que des soumissionnaires proposent ce type de machine lors des appels d'offres qui seront lancés dans le futur.

Pour la station de la phase 1, en vertu des arguments déjà présentés dans cette description et du débit unitaire requis ($1,875 \text{ m}^3/\text{s}$) il a été prévu des pompes hélicoïdales verticales type forage. On peut penser que vu le temps limité de leur fonctionnement à cet endroit, les interventions de maintenance seront peu nombreuses.

Etant prévues d'être installées par la suite en tant que secours dans la station définitive des phases II et III située en rive droite, elles recevront à ce moment-là une révision générale. Ne fonctionnant dès lors qu'en cas de nécessité, on peut considérer que leur durée de vie sera analogue à celle des autres machines équipant cette même station.

2.3.2 Les moteurs

Suivant la phase d'équipement dans laquelle les futures stations se trouvent, leurs pompes sont entraînées soit par des moteurs électriques, soit par des moteurs diesel.

Lorsque les pompes sont entraînées par des moteurs électriques, ceux-ci sont disposés verticalement et reposent avec leur réducteur de vitesse sur un plancher situé de plein pied avec le terrain entourant la station. Un arbre de transmission vertical transmet l'effort à la pompe installée elle, au fond du cuvelage. Ils sont alimentés en 5,5 kV et leur démarrage s'effectue automatiquement, successivement et en rotation les uns par rapport aux autres. Les ordres de démarrage sont donnés eux, par la fluctuation du plan d'eau dans l'ouvrage de restitution et dans le canal destiné à alimenter le périmètre.

Cette disposition générale est maintenue dans le cas d'un entraînement des pompes par moteurs thermiques diesel. La seule différence consiste en la combinaison du réducteur de vitesse avec un renvoi d'angle, nécessité par une disposition horizontale du moteur diesel. La puissance requise pour ces moteurs est dans des limites permettant un démarrage aisé par batteries d'accumulateurs. Le choix définitif portera sur des moteurs à régime lent, c'est-à-dire moins de 1600 tours/minute. Le fonctionnement général s'apparente totalement au mode de régulation envisagé pour les moteurs électriques. Toutefois, par mesure de sécurité, un groupe électrogène de secours permettra, soit une charge rapide des accumulateurs, soit un démarrage direct des moteurs.

2.3.3 Le matériel électrique

Dans la station de pompage électrifiée, en dehors des moteurs, le matériel électrique est essentiellement constitué par les transformateurs, les cellules de haute et basse tension, et par les circuits d'alimentation et de commande.

Les transformateurs au nombre de deux, sont installés à l'extérieur du corps du bâtiment dans des loges maçonnées. Etant ainsi à l'air libre ils sont assurés d'une bonne ventilation.

Les cellules électriques de contrôle transformateur, disjonction, comptage, etc... sont placées à l'intérieur dans un local spécial, dit local haute tension. Immédiatement adjacent à ce local, on trouve celui, dit de basse tension, contenant les cellules de commandes et de contrôle des moteurs. Les circuits transmettant des ordres ou des indications (par exemple situation des niveaux d'eau) sont alimentés par un réseau sous tension de 48 volts.

L'ensemble des renseignements et des commandes assurant le fonctionnement de la station sont rassemblés sur un pupitre de commande installé à cet effet dans une salle séparée réservée à ce seul usage.

2.4. Le génie-civil

Le génie-civil des stations se compose de deux parties, la prise d'eau et le bâtiment contenant les machines. Ces deux ouvrages juxtaposés sont intimement liés entre eux par les conditions hydrauliques d'une part et les conditions topographiques d'autre part. La technique utilisée pour le premier influence directement la manière d'établir le second.

2.4.1 La prise d'eau

Pour les stations définitives situées directement sur l'Anambé, à cause d'une topographie très plate du lit de la rivière et du peu de hauteur de

la lame d'eau qui y sera établie, seule une alimentation gravitaire peut être envisagée. Constituée devant la station par un chenal rectangulaire bétonné muni de pertuis et de grilles, elle se prolonge dans le lit de la rivière par une excavation assurant le passage de l'eau vers la station.

Les futures stations de pompage principales étant amenées à pomper l'eau aussi bien en amont qu'en aval d'une digue de garde qui coupe le cours de l'Anambé en deux, la prise d'eau se divise en deux branches orientées l'une vers l'amont l'autre vers l'aval. Un jeu de vannes permet de choisir le côté d'alimentation.

2.4.2 Le bâtiment

Le bâtiment destiné à recevoir le matériel mécanique et électrique est formé en sous-sol, d'un caisson étanche en béton dit cuvelage, et en surface, d'une superstructure maçonnée à ossature de béton armé.

Le cuvelage contient les pompes, les éléments de tuyauterie d'aspiration et de refoulement ainsi que toute la robinetterie. Côté prise d'eau il se prolonge en pertuis dont le nombre est égal à celui des pompes. Des grilles retiennent les corps flottants qui auraient tendance à s'introduire dans les pertuis. Il est prévu que le dégrillage se fera à la main. Toutefois, le portique roulant extérieur servant à mettre en place les batardeaux peut être utilisé au cas où un corps flottant important (tronc d'arbre par exemple) devrait être retiré.

Le bâtiment en superstructure sert à protéger les moteurs, le matériel électro-mécanique et abrite les locaux de service tels que bureau, salle de commande, haute et basse tension ainsi qu'un atelier-dépôt de pièces de rechange. Un pont roulant sert au déchargement et à la manutention des machines lors du montage, puis plus tard, lors de l'entretien et des révisions.

L'atelier est équipé de machines outils permettant d'effectuer des réparations courantes.

2.5 Les conduites de refoulement

Les tuyauteries de refoulement de chaque pompe, équipées chacune avec une vanne à fermeture programmée et une vanne de sectionnement, se rejoignent peu après la sortie de l'usine dans un collecteur commun. A partir de ce collecteur, la totalité du débit transite dans deux conduites de fort diamètre (une seule pour la station de la phase I) constituées de tuyaux en béton armé. Elles restituent dans le canal qu'elles alimentent par l'intermédiaire d'un ouvrage particulier lui aussi en béton armé. C'est à partir des variations du plan d'eau enregistrées peu après cette restitution que s'effectue la régulation de la station de pompage. Les indications sont retransmises électriquement au moyen d'un câble enterré le long des conduites.

2.6 L'aménagement des abords

Le terrain aux alentours des stations jusque et y compris la prise d'eau est aménagé en une plateforme autorisant la circulation des véhicules et des engins amenés à s'y déplacer. Devant la station même et ses entrées il est prévu un revêtement goudronné. Les abords immédiats sont éclairés au moyen de projecteurs ou de lampadaires fixés au corps du bâtiment. L'ensemble est clôturé par un grillage métallique de 2 mètres de hauteur, l'accès se faisant par un portail placé en travers de la piste de communication.

3. LA STATION DE POMPAGE DE LA PHASE I (figure 10-2)

La station de pompage de la phase I alimente un réseau qui couvre une superficie de 1 420 ha nets. Elle est située à l'intérieur du périmètre entre les villages de Soutouré et d'Anambé aux coordonnées approximatives 593,150/1432,070.

Elle est branchée sur un chenal d'amenée qui la relie avec le centre du bassin de l'Anambé où un plan d'eau est fixé grâce au barrage érigé peu après la confluence de la Kayanga et de l'Anambé. Plus tard, ce chenal servira également de drain principal.

De la manière dont le développement du périmètre de l'Anambé est prévu, la station ne devrait pas fonctionner seule pendant plus de quatre ans. Aussi est-il envisagé que ses machines pourront être réinstallées ailleurs dans une station plus importante lors de l'établissement des phases II ou III.

La prise d'eau en forme de V est piquée directement dans les berges du chenal d'amenée et les pompes verticales plongent dans des fosses de pompage qui font suite à la prise proprement dite. Les pompes sont installées sur une plateforme en béton qui supporte également les moteurs diesel. Elle est équipée de deux groupes qui fonctionneront par tout ou rien. Les fosses de pompage sont munies de grilles de protection. La plateforme des machines est couverte par un hangar ouvert sur les côtés. Les citernes à carburant, placées juste à côté, contiennent environ 130 000 litres et assurent une autonomie de marche de la station pendant 350 heures environ.

Les tuyauteries de refoulement des deux pompes se rejoignent en une seule conduite de \varnothing 1 400 mm qui transporte l'eau jusqu'au canal d'alimentation du périmètre. Les pompes sont équipées avec des vannes automatiques à fermeture contrôlée et des vannes de sectionnement.

La station est à commande manuelle, c'est-à-dire qu'elle n'est pas asservie à des variations de plans d'eau et que les moteurs démarreront

sur ordre donné par bouton-poussoir ou clé de contact. L'énergie nécessaire au démarrage est fournie par un jeu de batteries d'accumulateurs qui se rechargent pendant la marche du moteur. Un groupe de secours est toutefois prévu pour la charge rapide des batteries ou un éventuel démarrage en direct.

Du fait que la station alimente un périmètre régulé par l'amont, elle travaillera un nombre d'heures journalier déterminé selon un horaire pouvant varier de mois en mois. Par conséquent, les vérifications, l'entretien, voire les réparations et l'acheminement du carburant peuvent être organisés sans difficultés.

L'ensemble est muni de toutes les sécurités nécessaires, telles qu'interdiction de démarrage ou arrêt par manque de niveau à l'aspiration, manque de pression au refoulement, température trop élevée, etc.... Ces indications sont rassemblées sur tableau particulier à chaque groupe.

3.1. Fiche technique station phase I

Débit nominal de la station	3,75 m ³ /s
Nombre de groupes	2
Débit unitaire	1,875 m ³ /s
Hauteur manométrique totale m. C.E	14
Pompes	verticales
Nombre d'étage	1
Vitesse de rotation	env. 580 t/min.
Rendement min. prévisible	85 %
Moteurs	Diésel
Vitesse de rotation	Environ 1160 t/min.
Puissance effective	500 kW
Rapport du réducteur renvoi	2/1
Conduite de refoulement	béton
Diamètre	1 400 mm
Longueur	400 m
Vitesse d'écoulement	2,4 m/s
Consommation horaire de carburant (station à débit max.)	Environ 380 l/h
Autonomie station	Environ 350 heures

Remarque

La station ne comporte pas de groupe de réserve

4. LA STATION DE POMPAGE DES PHASES II ET III (figures 10-3 et 10-4)

La station édiflée pour les phases de développement II et III est appelée à fournir $11,25 \text{ m}^3/\text{s}$ pour l'alimentation de 4 440 ha en phase II et au stade définitif en phase III, $18,75 \text{ m}^3/\text{s}$ pour 7490 ha. Elle est située sur la rive droite de l'Anambé, en aval du pont route de la nationale Vélingara-Kolda, aux coordonnées approximatives 597,750/1427,255. Elle est implantée directement à l'extrémité de la digue de garde séparant, à cet endroit, le bassin de l'Anambé en deux parties.

Elle est conçue pour assurer au périmètre qu'elle surmonte les besoins de pointe pendant tout le temps où ceux-ci sont demandés. Il est prévu qu'elle fonctionnera au maximum 16 heures d'affilée au débit nominal, ce qui correspond à une journée d'irrigation pendant le mois de pointe.

Afin de répondre à une souplesse de fonctionnement maximum, elle est équipée d'une prise d'eau à deux branches. Grâce à cette disposition, elle peut ainsi être alimentée soit par les eaux contenues en amont de la digue (bassin de l'Anambé proprement dit) soit par celles contenues en aval (bassin de la Kayanga) dont le barrage situé à la convergence des rivières provoque le reflux jusqu'au pied de la digue.

Chaque branche de cette prise est munie de vannes à glissières qui permettent ainsi de choisir le côté par lequel on veut alimenter la station. Des plans d'eau à des niveaux différents peuvent également être créés ou maintenus.

En rivière, les branches de la prise sont prolongées chacune par un chenal d'amenée autorisant le captage de l'eau aux niveaux minima. Il est dès lors également possible de drainer le bassin de l'Anambé dans celui de la Kayanga soit gravitairement, soit par pompage. Plus précisément, chaque fois que cette opération sera nécessaire et que les niveaux respectifs dans les deux bassins le permettent (niveau plus bas dans le bassin de la Kayanga) on pourra drainer gravitairement par simple ouverture des vannes. Si au contraire, l'opération doit s'effectuer pendant

une période où le niveau en aval est supérieur à celui de l'amont, il convient alors de recourir au pompage.

Les deux branches de prise convergent en un chenal rectangulaire bétonné qui conduit l'eau jusqu'aux pertuis des pompes. Ceux-ci sont munis de grilles et de rainures à batardeaux, ces derniers permettant une intervention éventuelle en fond de pertuis sans provoquer une mise à sec de l'ensemble du chenal occasionnant du même coup l'arrêt de la station. Les pertuis sont surmontés d'un portique roulant pour la manutention des batardeaux et l'évacuation éventuelle de corps flottants importants. Les opérations de levage et de translation se font par des commandes manuelles.

Les pompes hélico-centrifuges équipant la station sont installées à sec dans un cuvelage étanche. Elles sont au nombre de trois pour la phase II, puis complétées par deux machines semblables lors du passage en phase III. L'ensemble du génie-civil est prévu pour être exécuté lors de la construction de la phase II. Il est en effet apparu que la construction du génie-civil en deux tranches, occasionnait de telles contraintes et sujétions, que l'intérêt d'un investissement différé était totalement annulé par les coûts supplémentaires dûs à une reprise de chantier et à l'extension de l'ouvrage. Par conséquent, la phase III consiste uniquement en l'installation et au raccordement de deux groupes supplémentaires, de même débit et de même puissance.

Cette façon de procéder a également l'avantage que lorsque les trois premiers groupes seront en état de fonctionner, couvrant ainsi les besoins de la superficie établie en phase I, les machines de l'ancienne station pourront être réinstallées dans la nouvelle station. Outre l'économie non négligeable de carburant qui pourra ainsi être faite, elles assureront au nouvel équipement une souplesse et une sécurité d'alimentation accrue.

Les cinq groupes hélico-centrifuges sont prévus avec un entraînement par moteurs électriques. Toutefois s'il s'avère par la suite, qu'à cause d'une incertitude au niveau de l'alimentation en énergie électrique, un ou deux groupes doivent être équipés de moteurs diesel, cette modification

peut s'effectuer sans incidences graves sur le génie-civil existant.

La superstructure est constituée d'un hall moteurs, d'un atelier et des locaux de service. Un pont roulant électrique permet le transport du hall à l'atelier. Le bâtiment principal est formé d'une ossature de béton armé avec remplissage de maçonnerie en plots de ciment. Il en est de même pour la partie annexe contenant les locaux de service. Les toitures sont également en béton armé avec formes de pente. Les ouvertures destinées à l'éclairage sont munies de pare-soleil et de grillage moustiquaire. Une entrée principale permet le déchargement du matériel directement à l'intérieur de l'usine. Les ouvertures dans le plancher servant à descendre les machines et les vannes au sous-sol sont recouvertes de caillebotis ou de dalles de béton.

Les tuyauteries de refoulement des pompes se jettent dans un collecteur commun d'où partent deux conduites de refoulement en béton de \varnothing 2350 mm et d'une longueur de 600 m qui restituent dans le canal alimentant le périmètre. Sur ce collecteur une troisième conduite, en temps normal obturée par une vanne, abouti à un ouvrage de décharge situé un peu plus à l'aval sur le bassin de la Kayanga. La station peut ainsi travailler (occasionnellement) en drainage et évacuer vers l'aval un débit global de l'ordre de $23 \text{ m}^3/\text{s}$ avec toutes les machines en marche.

La station alimentant un canal principal régulé par l'aval, elle travaillera donc à la demande. Plus précisément, le premier bief de ce canal contient un volume destiné à la régulation de la station et chaque variation de niveau provoque; à l'abaissement la mise en route successivement d'un, ou plusieurs, ou de la totalité des groupes; et en remontée de niveau, l'arrêt également successif des machines en marche. L'ensemble est contrôlé automatiquement par des détecteurs de niveau placés en tête du canal. A la station, un programmeur détermine chaque fois l'ordre dans lequel les machines sont sollicitées, et répartit ainsi régulièrement les temps de marche. A tout instant l'automatisme peut être débranché et le fonctionnement peut alors s'effectuer manuellement sans cependant dépasser certaines limites de sécurité. Le dépassement de ces



limites provoque systématiquement l'arrêt ou l'impossibilité de mettre en route les groupes concernés.

Un circuit indépendant sous 48 volts assure cette régulation ainsi que toutes les indications relatives à la sécurité de fonctionnement des machines. Ainsi, même en cas de coupure générale de courant, les indications de défauts éventuels restent affichées optiquement. Il en va de même des interdictions qui restent bloquées jusqu'au moment de la suppression du défaut.

Les groupes de la station entraînés par les moteurs diesel n'entrent en principe pas dans la rotation de la régulation automatique. Toutefois il sont régis par les mêmes conditions de marche que les groupes électriques et aucun démarrage intempestif ne peut s'effectuer.

La réserve de carburant nécessaire au fonctionnement de ces groupes est constituée par les citernes utilisées auparavant en phase I qui seront déplacées en même temps que les machines et réinstallées aux abords de la nouvelle station.

4.1. Fiche technique station phases II et III

	<u>Phase II</u>	<u>Phase III</u>
Débit de la station	11,25 m ³ /s	18,75 m ³ /s
Nombre de groupes	3	5
Débit unitaire		3,75 m ³ /s
Hauteur manométrique totale m. C.E.		13
Pompes		Hélico-centrifuges
Vitesse de rotation env.		370 t/min.
Rendement prévisible		85 %
Moteurs		Electriques
Tension		5,5 kV
Vitesse de rotation		1 480 t/min.
Puissance		645 kW
Rapport du réducteur		1 480/370
Conduites de refoulement		Béton
Diamètre		2 x 2 350 mm
Longueur		600 m
Vitesse d'écoulement	1,3 m/s	2,16 m/s

Remarque :

- 1) Si moteurs diésel au lieu de moteurs électriques, puissance nécessaire 900 kW à 1 200 t/min, rapport du réducteur 3,25/1.
- 2) La réserve est constituée par les groupes repris de la station phase I soit 2 x 1,875 m³/s

5. LA STATION DE POMPAGE (HAUT SERVICE) DE LA PHASE III

Cette station prévue en phase III de l'aménagement est une station de reprise destinée à alimenter une extension du périmètre située en amont du canal principal en rive droite. Cette zone est elle-même desservie par un canal dit, canal haut service, qui reçoit l'eau de la station de reprise. Cette dernière est branchée directement sur le canal principal au kilomètre 10,4.

Entraînée par des moteurs diésel elle est de conception analogue à la station principale située sur cette même rive. Les pompes au nombre de quatre, dont une de réserve, sont installées à sec dans le cuvelage étanche. La prise d'eau est placée perpendiculairement au canal principal. Toutes les machines, lorsqu'elles fonctionnent, refoulent dans une conduite unique de diamètre 1 800 mm.

Le premier bief du canal haut service contient la tranche nécessaire à la régulation. Les moteurs diésel démarrent à la demande, automatiquement. Leur puissance relativement réduite autorise aisément ce mode de régulation. Deux groupes électrogènes assurent le fonctionnement du circuit de régulation.

La réserve de carburant est constituée par deux citernes contenant ensemble environ 130 000 litres, ce qui assure à la station une autonomie de 350 heures de marche.

On accède à la station par la piste qui longe le canal principal et un pont près de l'usine permet le franchissement de celui-ci.

5.1. Fiche technique station (haut service) phase III
Station haut service

Débit de la station	5,4 m ³ /s
Nombre de groupes	3
Débit unitaire	1,8 m ³ /s
Hauteur manométrique totale m. C.E	10
Pompes	Hélico-centrifuges
Vitesse de rotation env.	380 t/min.
Rendement prévisible	85 %
Moteurs	Diésel
Vitesse de rotation env.	1 200 t/min.
Puissance effective	350 kW
Rapport du réducteur-renvoi	3/1
Conduites de refoulement	Béton
Diamètre	1 800 mm
Longueur	400 m
Vitesse d'écoulement	2,12 m/s
Consommation du carburant type	125 l/heure
Consommation du carburant station	375 l/heure
Réserve de carburant	130 000 l.

Remarque

La station est équipée avec 4 groupes identiques dont un en réserve.

6. LA STATION DE POMPAGE DES PHASES IV ET V (figures 10-3 et 10-5)

Avec l'établissement de l'équipement entrant dans les phases IV et V, le périmètre aura atteint son ultime développement. La station de pompage prévue à ce stade est chargée d'alimenter la totalité des superficies aménagées en rive gauche de l'Anambé, soit 8 775 ha nets. Le débit à refouler est de $12 \text{ m}^3/\text{s}$.

Elle est située aux coordonnées 599,250 / 1428,050 à l'extrémité de la digue de garde sur l'Anambé en rive gauche. Elle est par conséquent disposée symétriquement à la station édifée pour les phases II et III.

Elle est conçue pour assurer au périmètre qu'elle surmonte les besoins de pointe répartis sur 24 heures. A cette fin elle refoule dans un bassin de compensation intermédiaire, capable lui, de délivrer le débit maximum requis en 16 heures. Il est en effet apparu qu'une économie non négligeable pouvait être réalisée en débitant moins mais plus longtemps et justifie la construction d'un bassin tampon.

Elle est alimentée par une prise d'eau gravitaire identique, ce qui permet de simplifier et d'uniformiser les modes de fonctionnement entre les deux stations. Du même coup les frais d'entretien et de réparation sont réduits du fait de la présence d'un équipement aux prises d'eau identiques.

A part l'entraînement des pompes qui a lieu au moyen du moteur diésel, la conception d'ensemble de la station est semblable à celle de la station des phases II et III. Elle est par conséquent capable de répondre aux mêmes critères et modes de fonctionnement.

En ce qui concerne sa sécurité de marche, du fait d'un horaire de 24/24 heures en période de pointe, elle est équipée d'un groupe supplémentaire servant de réserve. Il peut selon le cas entrer dans le travail en rotation avec les autres machines ou ne servir qu'en cas de nécessité.

A cause de la taille déjà importante des moteurs diesel, l'agencement du bâtiment principal nécessite des ouvertures d'accès et de ventilation plus grandes et disposées en face des groupes. La partie réservée aux locaux de service est aussi plus restreinte étant donné la présence d'un appareillage plus réduit.

Deux groupes électrogènes dont un est constamment en marche, ou tout au moins pendant le cycle de jours durant lequel la station doit fonctionner, servent à l'alimentation des services auxiliaires tels que : installation de démarrage des moteurs, force motrice, éclairage. Ils assurent en outre le courant nécessaire au réseau de contrôle et de régulation.

Cette régulation, étant donné que la station refoule dans un bassin de compensation d'environ 400 000 m³, se limite à la sélection des démarrages et des arrêts au moment de l'abaissement ou de la remontée du niveau de l'eau dans le bassin.

Les réservoirs nécessaires au stockage du carburant ont une contenance de 300 000 litres environ. Cette réserve assure à la station une autonomie de 10 jours pendant la période de pointe. Les citernes de stockage sont installées dans l'enceinte constituée par la station et ses annexes.



6.1. Fiche technique station phase IV et V

Débit nominal de la station	12 m ³ /s
Nombre de groupes	3
Débit unitaire	4 m ³ /s
Hauteur manométrique totale m. C.E	21
Pompes	Hélico-centrifuges
Vitesse de rotation env.	400 t/min
Rendement min. prévisible	86 %
Moteurs	Diésel
Vitesse de rotation	1 200 t/min.
Puissance effective	1 500 kW
Rapport du réducteur renvoi	3/1
Conduites de refoulement	Béton
Diamètre	2 x 1 800 mm
Longueur	650 m
Vitesse d'écoulement	2,36 m/s
Consommation de carburant 1 groupe	400 l/heure
Consommation de carburant station	1 200 l/heure
Réserve de carburant env.	300 000 l.

Remarque

La station est équipée de 4 groupes identiques dont un en réserve.

A N N E X E

DETAILS ESTIMATIFS

N° PRIX	DESIGNATION	U	Q	PRIX UNITAIRE	COUT TOTAL F.CFA
1.	<u>GENIE-CIVIL STATION</u>				
1.1	Terrassements en déblais	m ³	2 200	500	1 100 000
1.2	Terrassements en remblais	m ³	1 160	750	870 000
1.3	Béton non armé	m ³	30	37 000	1 110 000
1.4	Béton armé y compris toutes sujétions	m ³	460	52 000	23 920 000
1.5	Coffrages	m ²	1 000	4 600	4 600 000
1.6	Superstructure	m ²	120	50 000	6 000 000
1.7	Enrochements	m ³	100	15 600	1 560 000
1.8	Divers	u	1	1 000 000	1 000 000
1.9	Aménagement des abords	m ²	2 500	3 000	7 500 000
	TOTAL GENIE-CIVIL				47 660 000
2.	<u>CONDUITES DE REFOULEMENT</u>				
2.1	conduites y compris toutes sujétions	m ^l	575	125 000	71 875 000
2.2	Massifs et ouvrages	u	1	4 750 000	4 750 000
	TOTAL CONDUITES				76 535 000
3.	<u>ROUTE D'ACCES</u>				
3.1	Terrassements, revêtement larg. 6 m	m ^l	1 650	4 400	7 260 000
3.2	Ouvrages particuliers	F	1	2 500 000	2 500 000
	TOTAL ROUTE D'ACCES				9 760 000
4.	<u>MATERIEL ELECTRO-MECANIQUE</u>				
4.1	Pompes	u	2	19 500 000	39 000 000
4.2	Moteurs	u	2	20 000 000	40 000 000
4.3	Matériel hydro-mécanique	u			
4.4	Robinetterie	u	2	17 000 000	34 000 000
4.5	Tuyauteries	u	2	1 500 000	3 000 000
4.6	Matériel électrique	u			
4.7	Services auxil. pièces rechange	u	1	5 000 000	5 000 000
	TOTAL MATERIEL E. M.				121 000 000
	TOTAL GENERAL (imprévus non-compris)				255 000 000

REINSTALLATION DU MATERIEL STATION PHASE I DANS
STATION PHASE II - III

	<u>F.CFA</u>
1. Démontage, révision et remontage :	
1.1.moteurs diésel et pompes	26 000 000
1.2.robinetterie et conduites	8 500 000
1.3.auxiliaires	500 000
2. Fournitures nouvelles, tuyauteries robinetterie	17 500 000
3. Adaptations et génie-civil	2 500 000
<u>TOTAL</u>	<u>F.CFA</u> 55 000 000

(imprévus non compris)

STATION DE POMPAGE PHASE II

N° PRIX	DESIGNATION	U	Q	PRIX UNITAIRE	COUT TOTAL F.CFA
1.	<u>GENIE-CIVIL STATION</u>				
1.1	Terrassements en déblais	m ³	17 500	500	8 750 000
1.2	Terrassements en remblais	m ³	10 750	750	8 062 500
1.3	Béton non armé	m ³	200	37 000	7 400 000
1.4	Béton armé y compris toutes sujétions	m ³	2 600	52 000	135 200 000
1.5	Coffrages	m ²	2 800	4 600	12 880 000
1.6	Superstructure	m ²	600	50 000	30 000 000
1.7	Enrochements	m ³	500	15 600	7 800 000
1.8	Divers	F		2 500 000	2 500 000
1.9	Aménagement des abords	m ²	4 000	3 000	12 000 000
	TOTAL GENIE-CIVIL				225 000 000
2.	<u>CONDUITES DE REFOULEMENT</u>				
2.1	conduites y compris toutes sujétions	ml	1 200	255 000	306 000 000
2.2	Massifs et ouvrages	F	1	34 000 000	34 000 000
	TOTAL CONDUITES				340 000 000
3.	<u>ROUTE D'ACCES</u>				
3.1	Terrassements, revêtement larg. 6 m	ml	1 200	6 600	7 920 000
3.2	Ouvrages particuliers	F	1		1 080 000
	TOTAL ROUTE D'ACCES				9 000 000
4.	<u>MATERIEL ELECTRO-MECANIQUE</u>				
4.1	Pompes	u	3	30 000 000	90 000 000
4.2	Moteurs	u	3	17 000 000	51 000 000
4.3	Matériel hydro-mécanique	u	2	35 000 000	70 000 000
4.4	Robinetterie	u	3	40 000 000	120 000 000
4.5	Tuyauteries	u	6	7 500 000	45 000 000
4.6	Matériel électrique	u	3	40 000 000	120 000 000
4.7	Services auxil. pièces rechange	u	1	100 000 000	100 000 000
	TOTAL MATERIEL E. M.				596 000 000
	TOTAL GENERAL (imprévus non-compris)				1 170 000 000

STATION DE POMPAGE PHASE III (complément matériel)

N° PRIX	DESIGNATION	U	Q	PRIX UNITAIRE	COUT TOTAL F.CFA
1.	<u>GENIE-CIVIL STATION</u>				
1.1	Terrassements en déblais	m ²			
1.2	Terrassements en remblais	m ³			
1.3	Béton non armé	m ³			
1.4	Béton armé y compris toutes sujétions	m ³			
1.5	Coffrages	m ²			
1.6	Superstructure	m ²			
1.7	Enrochements	m ³			
1.8	Divers	u			
1.9	Aménagement des abords	m ²			
	TOTAL GENIE-CIVIL				
2.	<u>CONDUITES DE REFOULEMENT</u>				
2.1	conduites y compris toutes sujétions				
2.2	Massifs et ouvrages				
	TOTAL CONDUITES				
3.	<u>ROUTE D'ACCES</u>				
3.1	Terrassements, revêtement larg. 6 m				
3.2	Ouvrages particuliers				
	TOTAL ROUTE D'ACCES				
4.	<u>MATERIEL ELECTRO-MECANIQUE</u>				
4.1	Pompes	u	2	30 000 000	60 000 000
4.2	Moteurs	u	2	17 000 000	34 000 000
4.3	Matériel hydro-mécanique				
4.4	Robinetterie	u	2	40 000 000	80 000 000
4.5	Tuyauteries				
4.6	Matériel électrique	u	2	40 000 000	80 000 000
4.7	Services auxil. pièces rechange				
	TOTAL MATERIEL E. M.				254 000 000
	TOTAL GENERAL (imprévus non-compris)				254 000 000

N° PRIX	DESIGNATION	U	Q	PRIX UNITAIRE	COÛT TOTAL F.CFA
1.	<u>GENIE-CIVIL STATION</u>				
1.1	Terrassements en déblais	m ³	3 000	500	1 500 000
1.2	Terrassements en remblais	m ³	2 200	750	1 650 000
1.3	Béton non armé	m ³	100	37 000	3 700 000
1.4	Béton armé y compris toutes sujétions	m ³	1 250	52 000	65 000 000
1.5	Coffrages	m ²	1 600	4 600	7 360 000
1.6	Superstructure	m ²	300	50 000	15 000 000
1.7	Enrochements	m ³	-	15 600	-
1.8	Divers	u	1	1 000 000	1 000 000
1.9	Aménagement des abords	m ²	3 500	3 000	10 500 000
	TOTAL GENIE-CIVIL				105 710 000
2.	<u>CONDUITES DE REFOULEMENT</u>				
2.1	conduites y compris toutes sujétions	m ^l	400	180 000	72 000 000
2.2	Massifs et ouvrages	u	1	8 000 000	8 000 000
	TOTAL CONDUITES				80 000 000
3.	<u>ROUTE D'ACCES</u>				
3.1	Terrassements, revêtement larg. 6 m	m ^l			
3.2	Ouvrages particuliers	F	1	18 000 000	18 000 000
	TOTAL ROUTE D'ACCES				18 000 000
4.	<u>MATERIEL ELECTRO-MECANIQUE</u>				
4.1	Pompes	u	4	19 000 000	76 000 000
4.2	Moteurs	u	4	20 000 000	80 000 000
4.3	Matériel hydro-mécanique	u	4	1 500 000	6 000 000
4.4	Robinetterie	u	4	16 000 000	64 000 000
4.5	Tuyauteries	u	4	3 500 000	14 000 000
4.6	Matériel électrique	u			
4.7	Services auxil. pièces rechange	u	F	15 000 000	15 000 000
	TOTAL MATERIEL E. M.				255 000 000
	TOTAL GENERAL (imprévis non-compris)				460 000 000

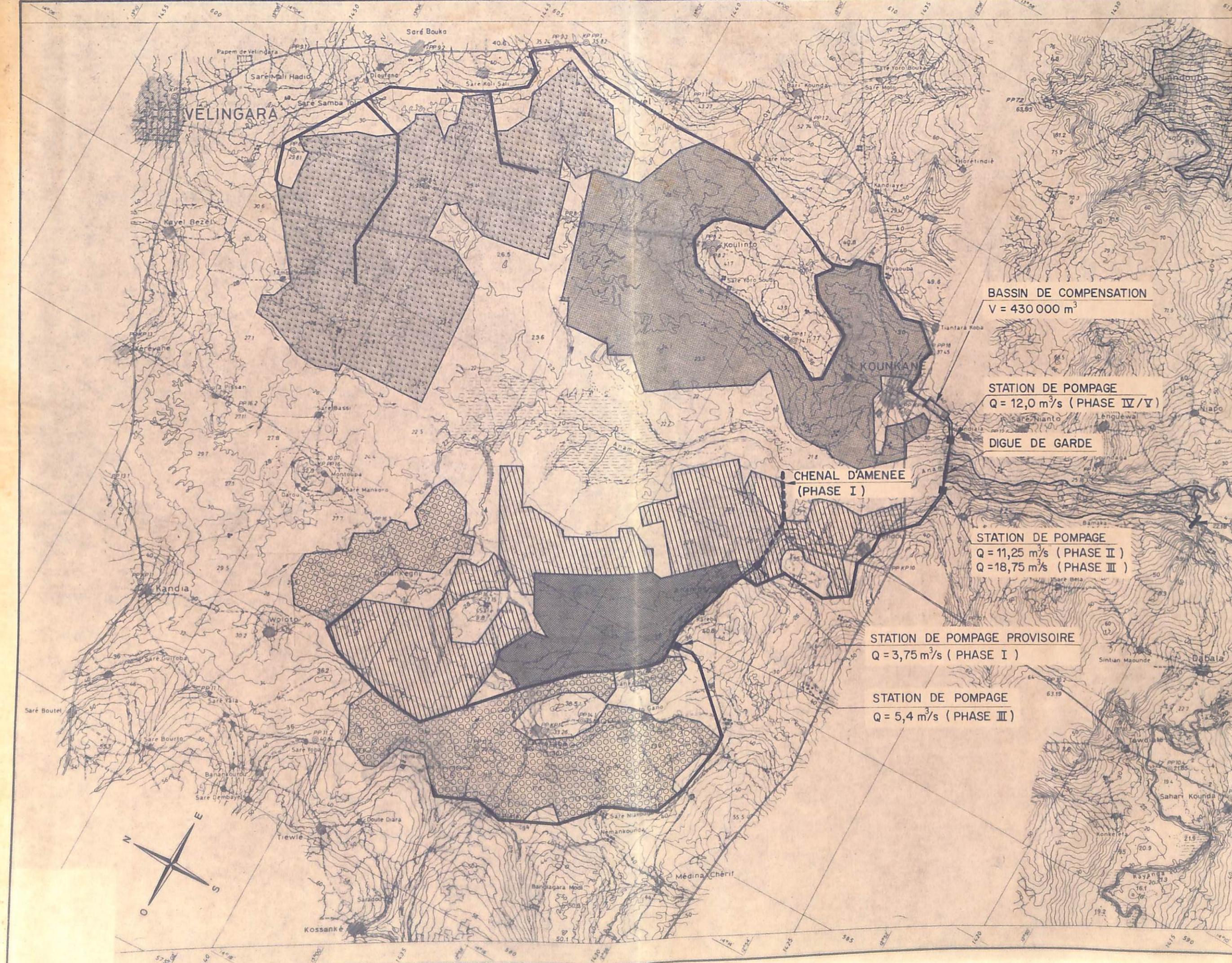
STATION DE POMPAGE PHASES IV - V

N° PRIX	DESIGNATION	U	Q	PRIX UNITAIRE	COUT TOTAL F.CFA
1.	<u>GENIE-CIVIL STATION</u>				
1.1	Terrassements en déblais	m ³	13 000	500	6 500 000
1.2	Terrassements en remblais	m ³	8 000	750	6 000 000
1.3	Béton non armé	m ³	150	37 000	5 550 000
1.4	Béton armé y compris toutes sujétions	m ³	2 000	52 000	104 000 000
1.5	Coffrages	m ²	2 000	4 600	9 200 000
1.6	Superstructure	m ²	520	50 000	26 000 000
1.7	Enrochements	m ³	500	15 600	7 800 000
1.8	Divers	F	1	2 000 000	2 000 000
1.9	Aménagement des abords	m ²	4 000	3 000	12 000 000
	TOTAL GENIE-CIVIL				179 000 000
2.	<u>CONDUITES DE REFOULEMENT</u>				
2.1	conduites y compris toutes sujétions	m ^l	1 300	180 000	234 000 000
2.2	Massifs et ouvrages	u	F	36 000 000	36 000 000
	TOTAL CONDUITES				270 000 000
3.	<u>ROUTE D'ACCES</u>				
3.1	Terrassements, revêtement larg. 6 m	m ^l	1 600	6 600	10 560 000
3.2	Ouvrages particuliers	F	F	1 440 000	1 440 000
	TOTAL ROUTE D'ACCES				12 000 000
4.	<u>MATERIEL ELECTRO-MECANIQUE</u>				
4.1	Pompes	u	4	29 000 000	116 000 000
4.2	Moteurs	u	4	65 000 000	260 000 000
4.3	Matériel hydro-mécanique	u	2	35 000 000	70 000 000
4.4	Robinetterie	u	4	40 000 000	160 000 000
4.5	Tuyauteries	u	4	7 500 000	30 000 000
4.6	Matériel électrique	F	1	4 000 000	4 000 000
4.7	Services auxil. pièces rechange	F	1	90 000 000	90 000 000
	TOTAL MATERIEL E. M.				730 000 000
	TOTAL GENERAL (imprévus non-compris)			F. CFA	1 190 000 000

STATIONS DE POMPAGE

RECAPITULATION

		F.CFA
1.	Station phase I	255 000 000
2	Station phase II	1 225 000 000
3	Station phase III complément	254 000 000
4	Station phase IV - V	1 190 000 000



VELINGARA

KOUNKAN

CHENAL D'AMENEE
(PHASE I)

BASSIN DE COMPENSATION
 $V = 430\,000\text{ m}^3$

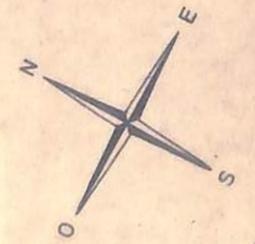
STATION DE POMPAGE
 $Q = 12,0\text{ m}^3/\text{s}$ (PHASE IV/V)

DIGUE DE GARDE

STATION DE POMPAGE
 $Q = 11,25\text{ m}^3/\text{s}$ (PHASE II)
 $Q = 18,75\text{ m}^3/\text{s}$ (PHASE III)

STATION DE POMPAGE PROVISOIRE
 $Q = 3,75\text{ m}^3/\text{s}$ (PHASE I)

STATION DE POMPAGE
 $Q = 5,4\text{ m}^3/\text{s}$ (PHASE III)



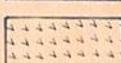
BARRAGE NIANDOUBA
CRN 37.00



BARRAGE DU CONFLUENT
CRN 23.00



LEGENDE

-  AMENAGEMENT PHASE I
-  " " II
-  " " III
-  " " IV
-  " " V
-  BARRAGE
-  STATION DE POMPAGE
-  CANAL PRINCIPAL

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPEMENT RURAL
SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

PLAN DE SITUATION



ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
ZURICH - DAKAR

DESS DGMB

CONT

VISA

ECHELLE

DATE

NUMERO DU PLAN

ANNEXE

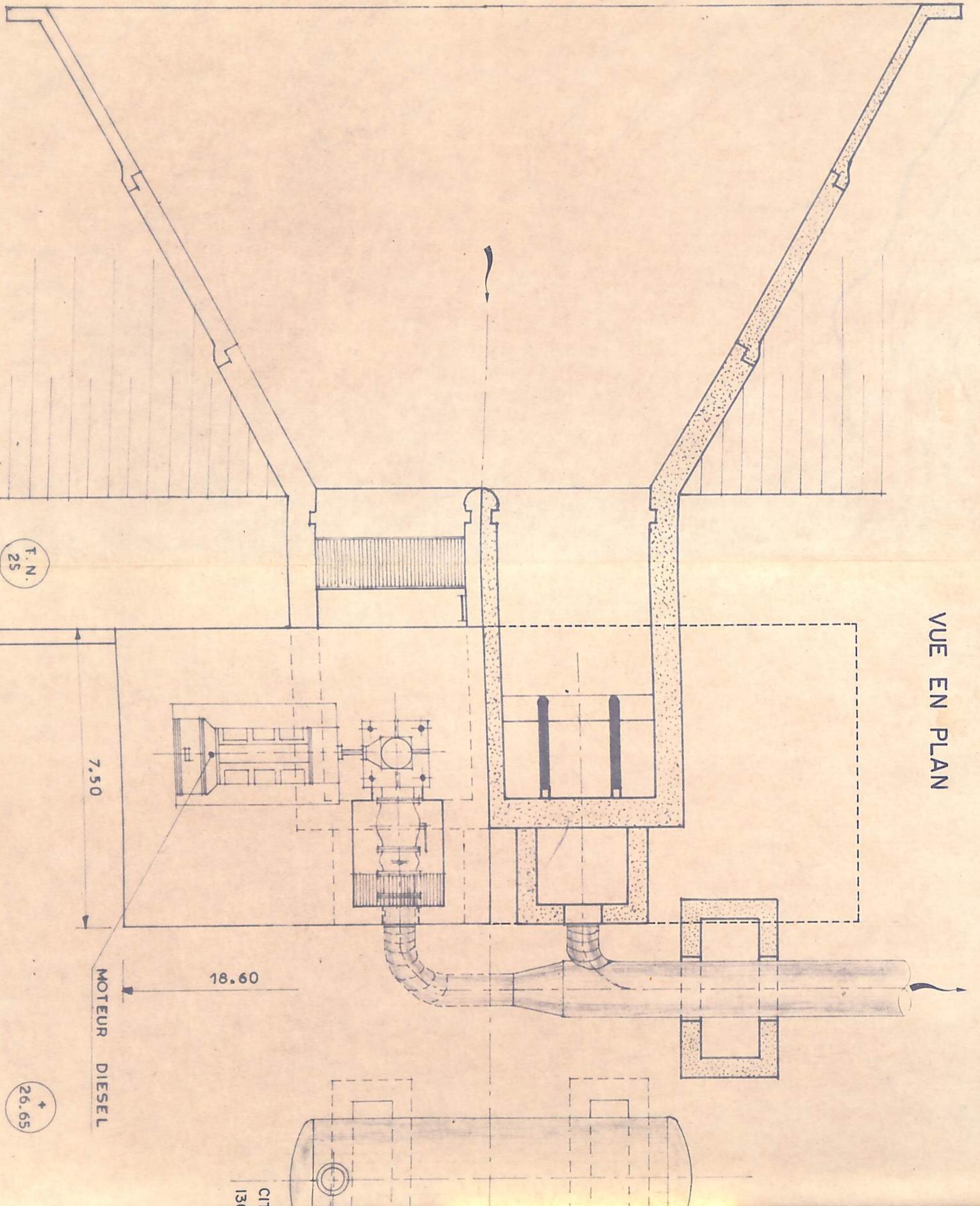
1:100000

DEC 79

6158-209003

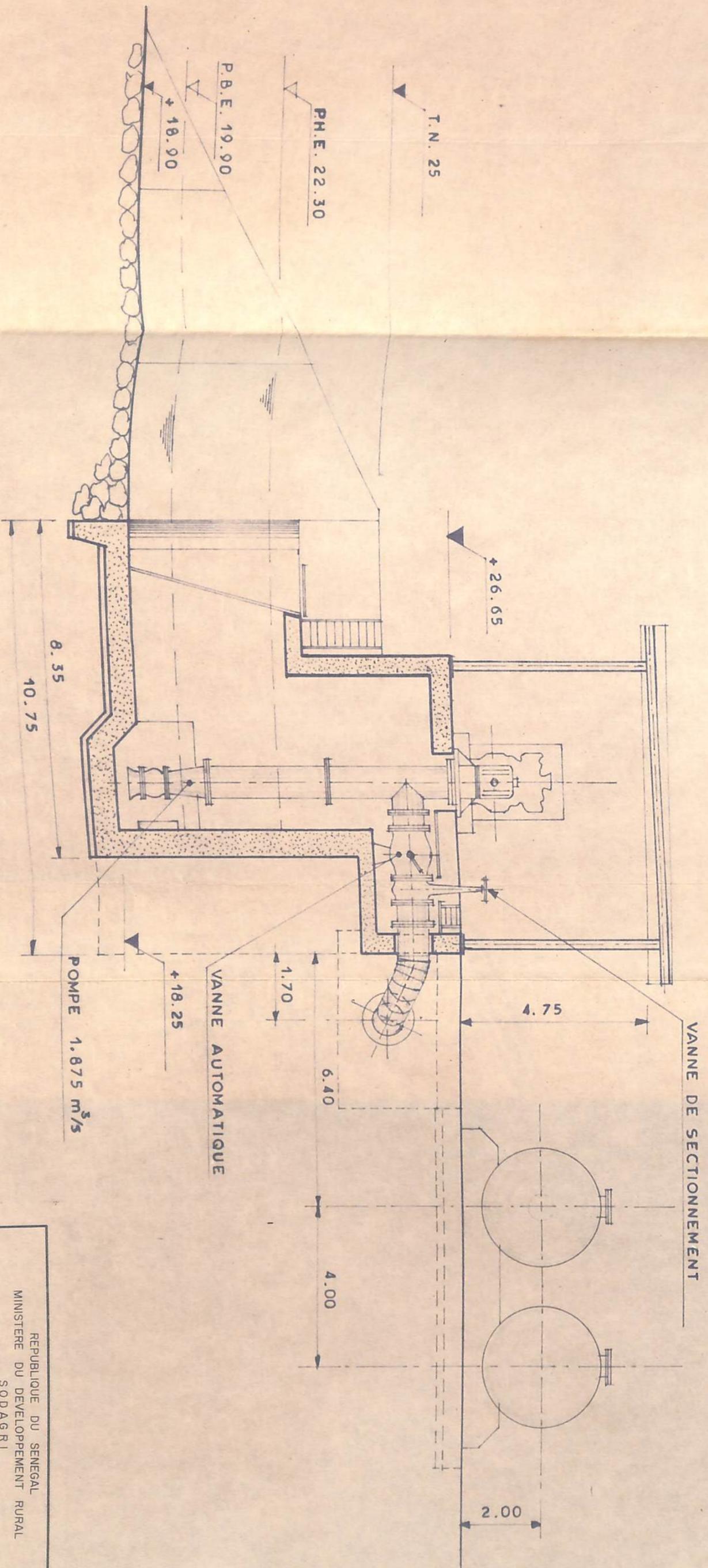
10-1

AXE CANAL



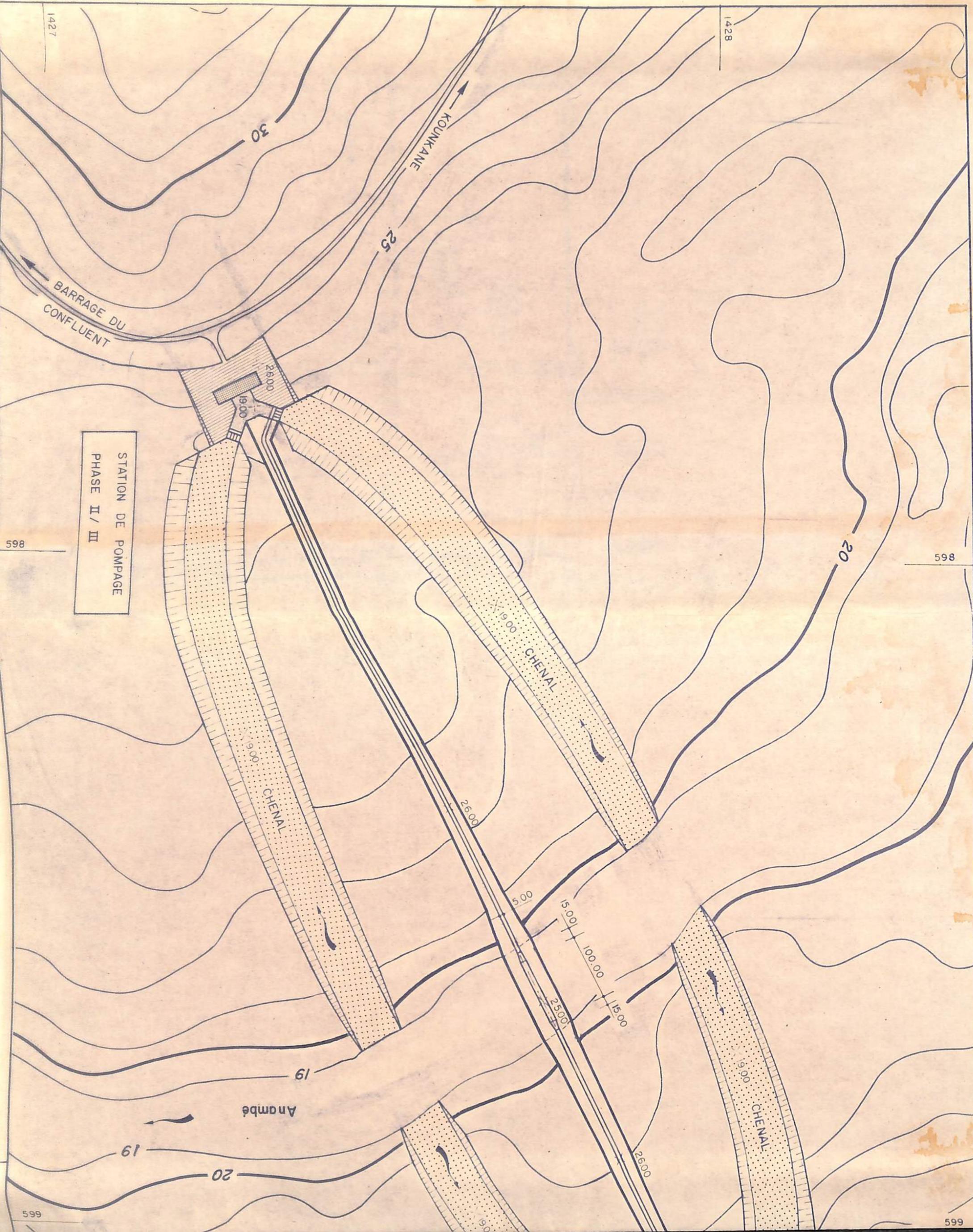
VUE EN PLAN

COUPE TRANSVERSALE



REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
 SODAGRI
 AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE
 STATION DE POMPAGE RIVE DROITE
 3,75 m³/s (PHASE I)

 ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR	DES	MB. MD
	COM	
DATE	NUMERO DU PLAN	ANNEXE
DEC. 79	6158-209002	10-2
ECHELLE		
1:100		



1427

1428

30

25

KOUNKANE

BARRAGE DU
CONFLUENT

STATION DE POMPAGE
PHASE II / III

598

598

20

CHENAL

CHENAL

CHENAL

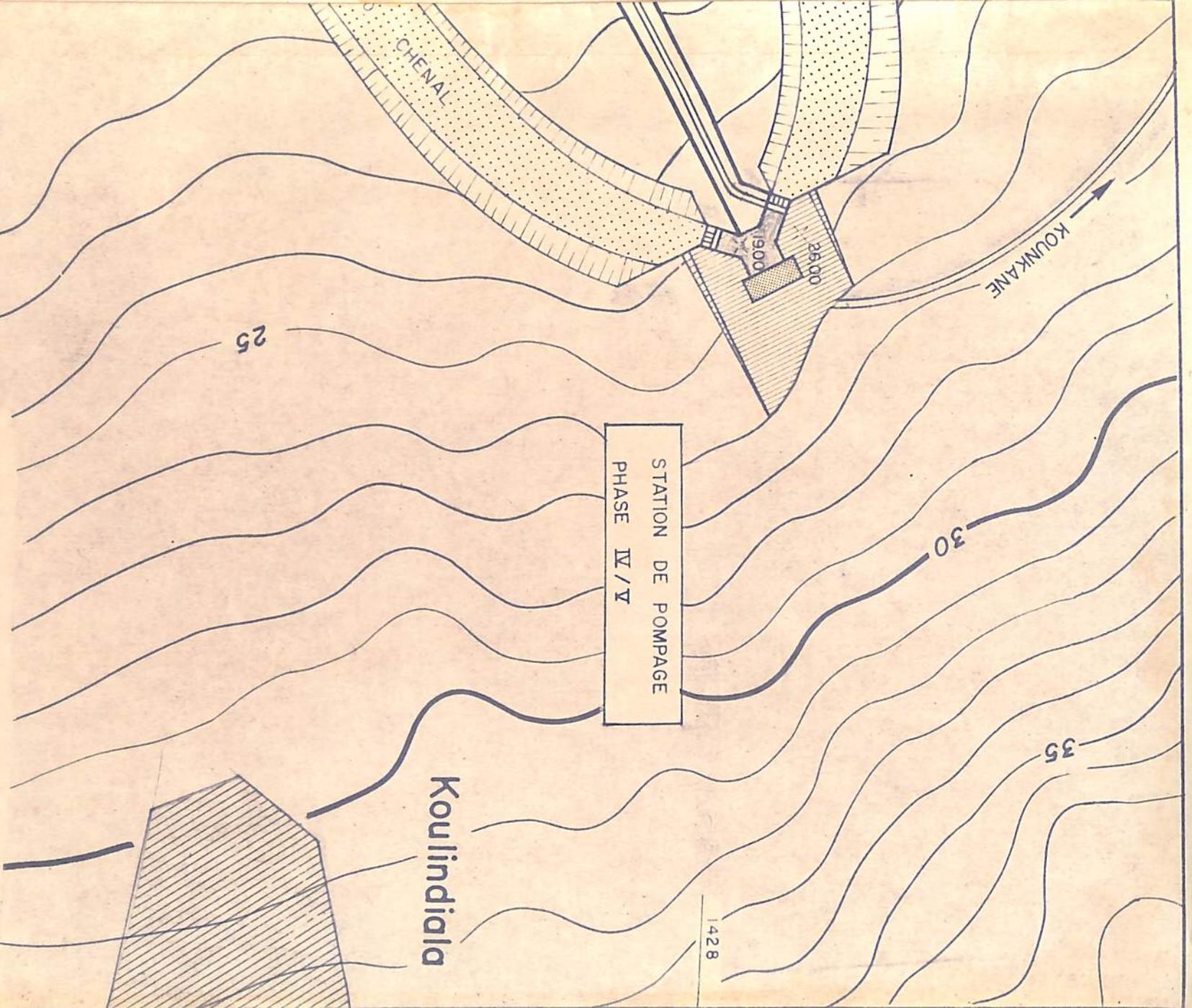
Anambé

19

20

599

599



REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
 SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

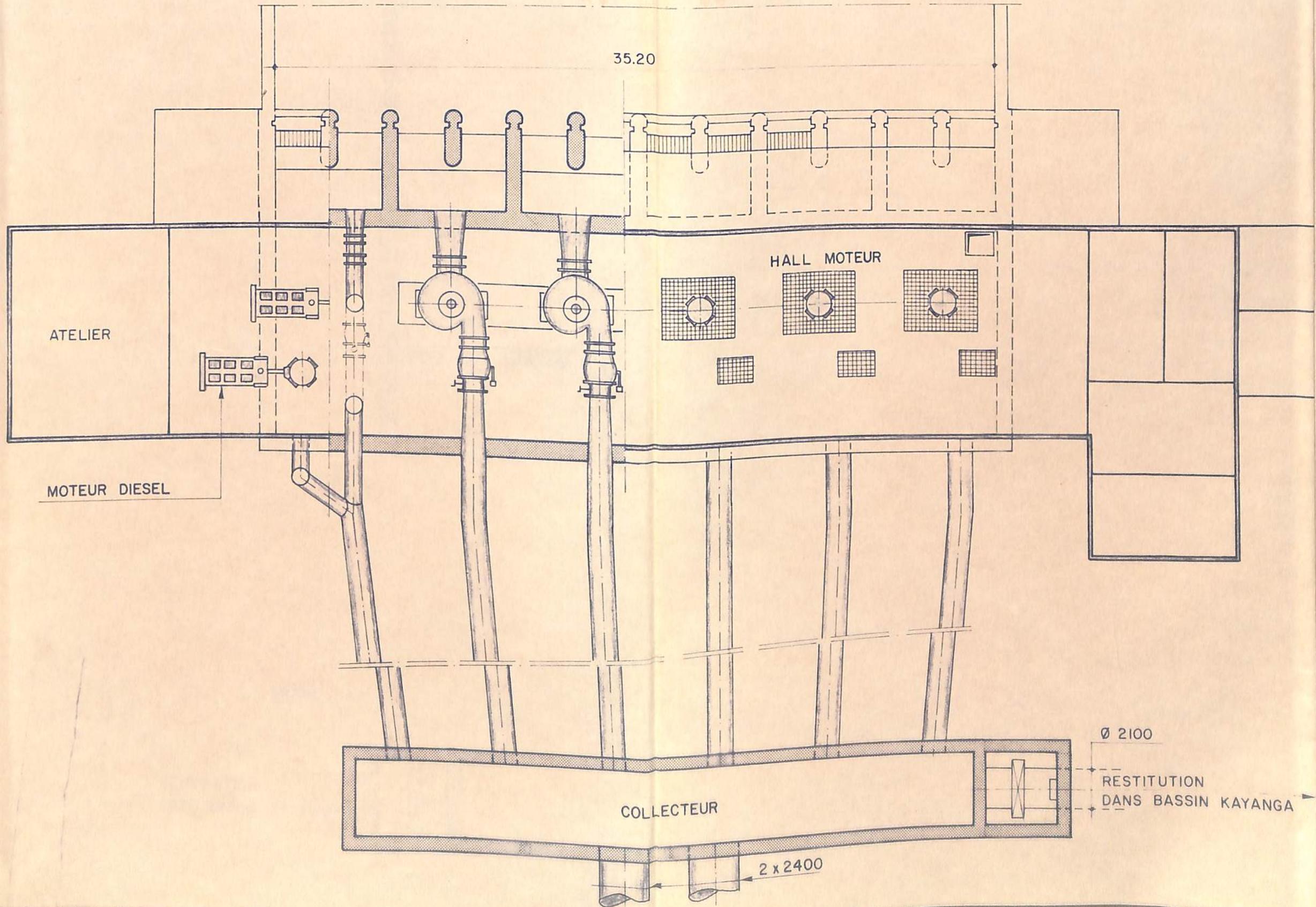
STATIONS DE POMPAGE

SITUATION

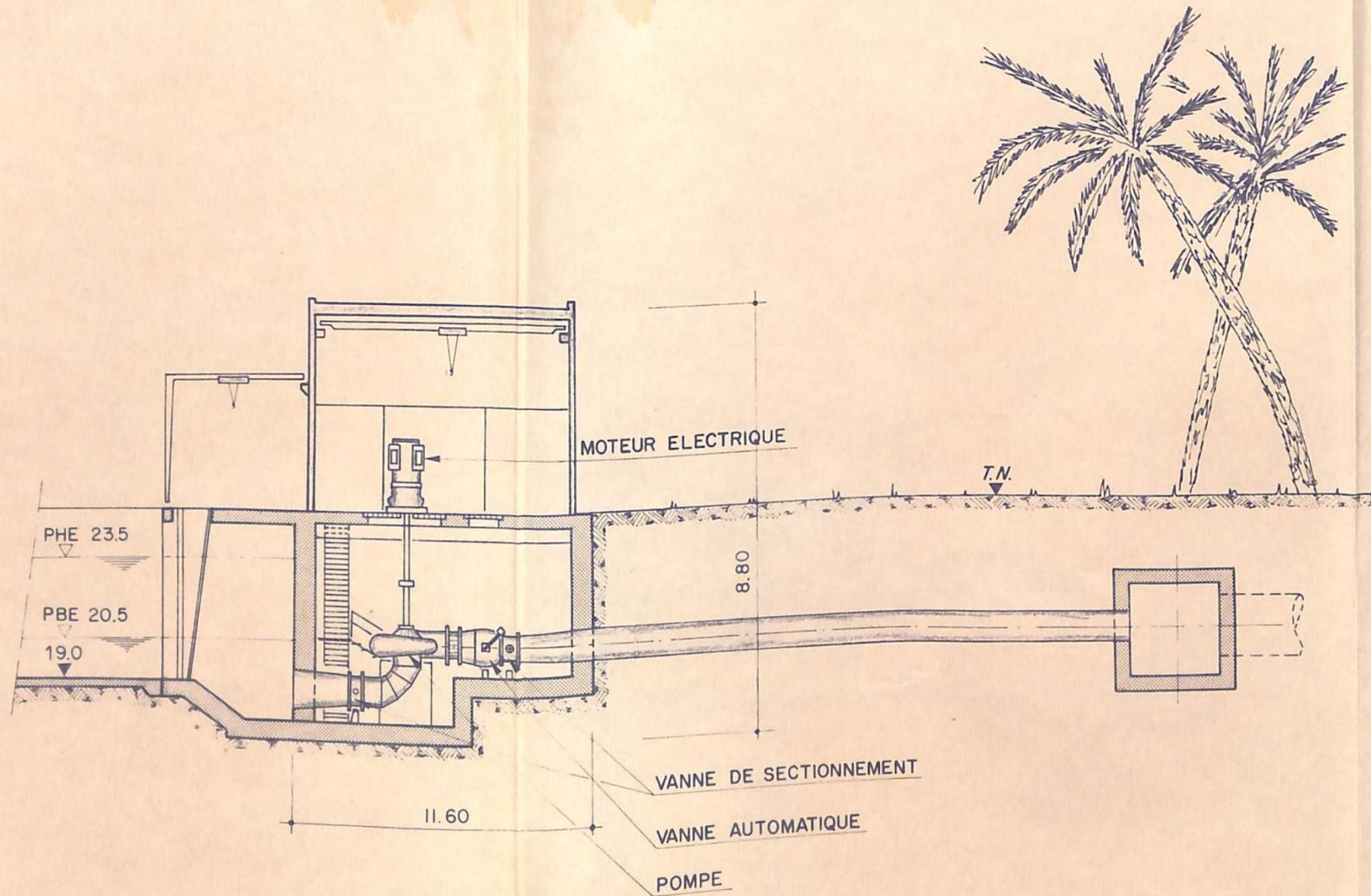
 <p>ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR</p>	DES	Moussa
	CONT	
	VISA	
<p>ECHELLE</p> <p>1:5 000</p>	<p>DATE</p> <p>NOV. 79</p>	<p>NUMERO DU PLAN</p> <p>6158-211382</p>
	ANNEXE	10-3

5847

VUE EN PLAN



COUPE TRANSVERSALE



REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
 SODAGRI

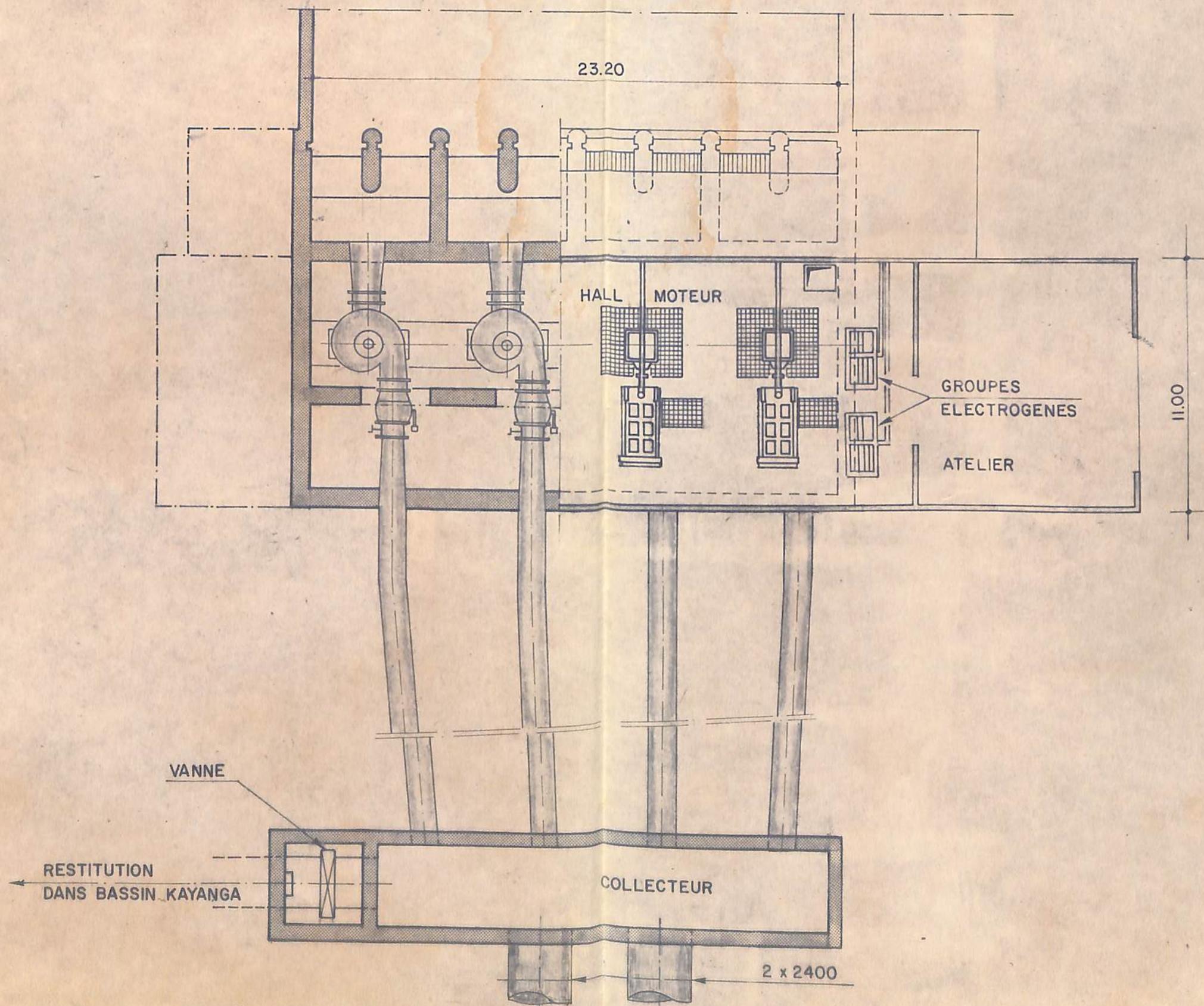
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

STATION DE POMPAGE RIVE DROITE
 (PHASES II / III) 18.5 m³/s

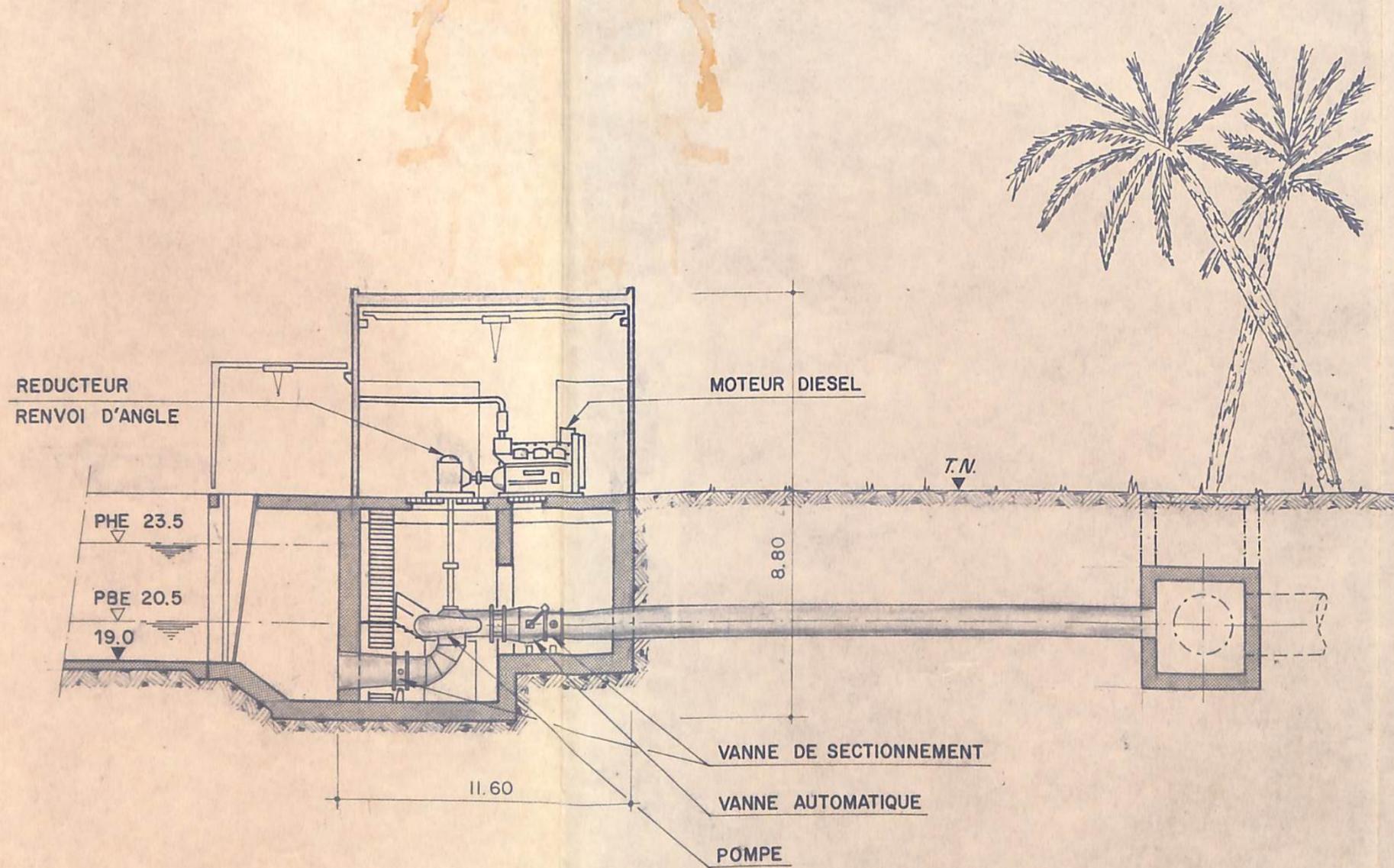
 ELECTROWATT
 INGENIEURS-CONSEILS S.A.
 ZURICH - DAKAR

ECHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN	ANNEXE
1 : 200	DEC 79	6158 - 211380	10 - 4

VUE EN PLAN



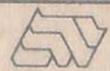
COUPE TRANSVERSALE



REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

STATION DE POMPAGE RIVE GAUCHE
(PHASES IV/V) 12 m³/s

 ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
ZURICH - DAKAR

DESS MC_BD
CONT
VISA

ECHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN		ANNEXE
1:200	DEC. 79	6158	211379	10-5