LA HOUILLE BLANCHE

ÉDITIONS B. ARTHAUD, Succ^r de J. REY, GRENOBLE

Pour la Rédaction :
S'adresser à M. P. PAGNON
Secrétaire Général

Abonnement { France 40 francs
pour une Année { Etranger 50 francs

Pour les Abonnements et Annonces :
S'adresser à M. B. ARTHAUD
Editeur

19, Boulevard Gambetta, 19
GRENOBLE

Le Numéro : 7 francs
Compte Chèques Postaux LYON 5-84

23, Grande-Rue, 23
GRENOBLE

COMITÉ DE DIRECTION SCIENTIFIQUE

BARBILLION, Professeur titulaire d'Électrotechnique à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.

CAMICHEL, Directeur de l'Institut Electrotechnique de Toulouse.

CHALUMEAU, Ingénieur en chef de la ville de Lyon.

DARRIEUS, Ingénieur des Arts et Manufactures.

DUVAL, Directeur des Services électriques de la Société Générale d'Entreprises.

FLUSIN, Directeur de l'Institut d'Electrochimie et d'Electrometallurgie de Grenoble.

GENISSIEU, Ingénieur en chef au Ministère des Travaux Publics.

GRIGNARD, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences, Directeur de l'Ecole de Chimie Industrielle de l'Université de Lyon.

MAUDUIT, Directeur de l'Institut Electrotechnique et de Mécanique appliquée à Nancy.

MERCIER, Administrateur-Délégué de l'Union d'Electricité.

DE PAMPELONNE, Inspecteur général du Génie Rural.

PARODI, Directeur honoraire des Services d'Electrification de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans.

PEPY, Professeur à la Faculté de Droit de Grenoble.

PAGNON, Ingénieur I. E. G., Secrétaire général.

SOMMAIRE

HYDRAULIQUE. — Aménagement hydro-électrique de "l'Arn". Chute de Vintrou, par G. FERRAND, Ingénieur A. et M.

ELECTRICITE. — L'Electricité à la IX^e Foire Internationale de Marseille, par L. GUERRIER, Ingénieur A. et M. et E.S.E. (*suite*).

DOCUMENTATION. — Roue renforcée pour Turbines Pelton. — Remplacement d'une Turbine Francis par une Turbine genre Klapan. — Pour combattre le givre sur les lignes aériennes à haute tension. — etc., etc.

LEGISLATION. — Le Mois Fiscal. — Attribution à l'Etat des sommes et valeurs mobilières atteintes par la prescription. — Impôt général sur le revenu après décès.

INFORMATIONS. — **BIBLIOGRAPHIE.**

HYDRAULIQUE

Aménagement hydro-électrique de "l'Arn" Chute de Vintrou

par G. FERRAND, Ingénieur A. et M.

L'Arn prend sa source aux monts de Lespinouse, coule dans les gorges très pittoresques tracées dans le massif montagneux de Lacauze et vient grossir le Thoré, affluent de l'Agout, qui se jette lui-même dans le Tarn.

L'Arn est alimenté par un bassin qui, jusqu'au barrage des Saints-Peyres, a une superficie d'environ 130 kilomètres carrés.

Ce cours d'eau devient torrentiel à la fonte des neiges sur les contreforts des Cévennes, et par suite des pluies importantes qui se localisent sur la ligne de partage des eaux des versants Océan-Méditerranée son débit a pu atteindre 200 m³ sec. au cours des années précédentes.

Les Sociétés *Pyrénéenne Electrique* et *Forces Motrices de l'Agout*, réunies, viennent de procéder à l'aménagement de ce cours d'eau en visant le double but de régulariser le cours de l'Arn et de créer une source d'énergie hydro-électrique en utilisant la différence de niveau de 250 mètres entre les Saints-Peyres et le Vintrou.

Les travaux d'aménagement se situent dans le département du Tarn au pied des Monts de Lacauze à quelques kilomètres de Mazamet, sur la base d'un triangle équilatéral dont les trois sommets sont Saint-Amans-Soult, Montlédier, les Saints-Peyres.

Un barrage poids a été établi au lieu dit des Saints-Peyres créant ainsi un réservoir artificiel d'une capacité de 33 millions de mètres cubes.

Un tunnel d'aménée en charge, longueur 3 kilomètres, suivi d'une conduite forcée de 1.200 mètres de longueur, amènent l'eau aux turbines de l'usine hydro-électrique située en dessous du village de Vintrou.

L'eau est restituée à la rivière à la cote 400,00. Le niveau de la retenue du barrage étant à la cote 670,00, c'est une chute brute de 270 mètres dont on a disposé.

A l'aval de l'usine et au-dessus des cascades des Sirous, il sera établi un barrage de compensation dit « des Sirous », haut de 22 mètres, qui sera ultérieurement l'origine d'une chute de 150 mètres avec une usine hydro-électrique à Baous.

GROUPES PRINCIPAUX.

Les turbines sont du type spirale « FRANCIS » à axe horizontal dont les caractéristiques sont les suivantes :

Chute effective normale	247 m.
Débit normal.	5.150 lit.-sec.
Puissance garantie	14.500 CV.
Vitesse	750 tours-min.

La chute peut varier de 247 mètres à 207 m. 30.

Fig. 15. — Stator d'un alternateur de 13.000 KVA.

La roue est en porte à faux sur l'arbre de l'alternateur et le groupe n'a que deux paliers.

Le palier côté turbine reçoit toutes les poussées hydrauliques. Du type « MITCHELL », il est muni de 2 coussinets porteurs lisses entre lesquels se trouve une douille couronne avec plots oscillants.

La poussée hydraulique peut être réglée depuis l'extérieur par la position des blindages réglables à l'aide de vis et contre-vis, et regards pour vérification de bonne position.

Le refroidissement est à pompe à circulation d'huile. La roue est montée sur un faux arbre qui traverse le joint hydraulique du distributeur et vient s'assembler par brides sur l'arbre de l'alternateur.

Sur le coude d'admission est placé le déchargeur commandé par le cercle de vannage au moyen d'une grosse soupape pilote, centrale, donnant une ouverture extrêmement rapide et sans aucun retard.

Une soupape d'aération, commandée par le cercle de vannage, est placée sur le coude d'aspiration. Elle est destinée à éviter la rupture de la colonne d'aspiration au moment des décharges brusques.

L'admission à la huche est obturée par une vanne du type « LARNER » : orifice d'entrée $\Theta = 1$ m. 300, orifice de sortie $\Theta = 850$. La manœuvre de cette vanne est faite par l'intermédiaire d'un moteur électrique avec secours à main. Un interrupteur de fin de course signale au tableau de l'usine les positions d'ouverture ou de fermeture de la vanne.

La roue de la turbine est en bronze.

Les blindages sont en acier forgé.

La huche en acier moulé.

Les régulateurs sont du même modèle que ceux des centrales de Tramzaygues et Lassoula (Vallée du Louron) qui font une régulation de fréquence du réseau de l'U.P.E.P.O. (limite de régulation $\pm 0,15$ période).

Les caractéristiques des alternateurs sont :

13.000 k-V.A. 50 p.p.s., 11.000 volts.

Le poids de chaque unité est de 65 tonnes.

GROUPE AUXILIAIRE.

La turbine est du type « PELTON » :

Chute effective normale	260 m.
Débit normal.	540 lit.-sec.
Puissance garantie	1.500 CV.
Vitesse	750 tours-min.

L'alternateur est du type :

1.300 kV.A., 50 p.p.s., 11.000 volts.

Les turbines marque « CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE FRANCE » ont été construites à Tarbes aux usines de la *Société Alsthom* et les alternateurs proviennent du « MATÉRIEL ÉLECTRIQUE S. W. » construits aux Usines *Schneider et C^{ie}* de Champagne-sur-Seine.

Fig. 1. — Profil en long.

Fig. 2. — Plan d'ensemble.

BARRAGE ET RÉSERVOIR DES SAINTS-PEYRES

BARRAGE.

Le lit de l'Arn, en ce point constitué par des gorges profondes, est à la cote 610,00.

Le barrage, haut de 60 mètres, est appliqué normalement à la rivière en s'appuyant à la rive droite sur un éperon rocheux à peu près au point d'inflexion de deux coudes du lit de l'Arn formant un S.

Son épaisseur à la base est de 48 mètres sur un développement de 40 mètres, tandis qu'à la crête elle n'est plus que de trois

travers la paroi de tôle à des injections de ciment afin d'obtenir une parfaite liaison avec le barrage. Cette conduite a été construite par les *Chaudronneries des Pyrénées*, à Tarbes.

OUVRAGE D'ÉVACUATION DES CRUES

L'ouvrage d'évacuation des crues se trouve placé sur l'éperon rocheux de la rive droite. Il est constitué par un bassin bétonné ayant la forme d'une cuvette rectangulaire dont la paroi côté réservoir forme déversoir.

Fig. 3 — Emplacement du barrage.

mètres à la cote (670,50) sur un développement de 185 mètres. Il a nécessité la mise en œuvre de 120.000 mètres cubes de béton.

Ce barrage, en créant le réservoir des Saints-Peyres, supprimera ou atténuera les plus grosses crues de l'Arn supérieur, et permettra d'emmagasiner 20 millions de kWh. pour l'usine de Vintrou, plus 10 millions de kWh. pour la future usine de Baous. Il a été construit par l'Entreprise *Schneider et C^{ie}* qui a également exécuté tous les travaux de génie civil constituant les ouvrages d'évacuation des crues et de prise d'eau.

CONDUITE DE VIDANGE.

Sur la rive droite et au pied du barrage à la cote 613 se trouve une conduite de vidange de $\phi = 1$ m. 300 de 50 mètres de longueur, sur laquelle est intercalé un robinet-vanne d'étanchéité à commande électro-mécanique ; à l'aval elle se termine par une vanne de décharge système « Wellmann » de $\phi = 1$ m. 300 à commande hydraulique.

Elle est constituée de tuyaux rivés d'épaisseur uniforme de 11 mm. Sa pente est de 0 m. 011 par mètre vers l'aval ; sous la charge d'eau maximum elle peut débiter environ 30 m³ sec.

Après son montage, la conduite a été bétonnée au fur et à mesure de l'avancement du barrage ; on a ensuite procédé à

Sur la paroi opposée se trouvent 2 vannes à glissières de 3 m. 750 $\times$ 3 m. 250 dont les seuils sont à la cote (660,05) qui viennent obturer chacune un souterrain de 3 m. 25 $\times$ 3 m. 25 d'une quarantaine de mètres de long traversant l'éperon rocheux et débouchant au-dessus du lit de l'Arn à l'aval du barrage.

Au droit du débouché de ces souterrains un couloir naturel déverse les crues dans le lit de la rivière très loin du parement aval du barrage. De ce fait, aucun affouillement n'est à craindre.

OUVRAGE DE PRISE D'EAU.

La prise d'eau dans le réservoir se trouve sur la rive droite à la cote (625,00). Elle est constituée par un caisson en béton de forme rectangulaire en plan, largeur 5 m. 50 ; en coupe longitudinale elle se présente sous la forme d'un triangle rectangle ayant comme base 18 m. 30 et comme hauteur 8 m. 75, l'hypothénuse suivant la pente du terrain naturel du réservoir.

Ce caisson se raccorde à la galerie de prise (section rectangulaire) avec calotte en plein cintre 3 m. 25 $\times$ 3 m. 75 par un arrondi en calotte (en élévation) venant aboutir à une section rectangulaire avec calotte en plein cintre de 5 m. $\times$ 5 m. sur 1 m. 70 de longueur, et une galerie de section rectangulaire avec calotte en plein cintre de forme tronçonnée sur 9 mètres de longueur.

Une cloison médiane en béton armé de 0 m. 50 d'épaisseur partage le caisson en deux parties égales, cette cloison s'arrête à 9 mètres en amont de la galerie de prise proprement dite.

La grille qui vient coiffer le caisson est constituée de panneaux amovibles en fer plat de 80 mm., elle a une longueur totale de 20 mètres et une largeur de 5 m. 50.

Les panneaux reposent sur 9 poutrelles en double T de 0 m. 50 de haut, scellés dans les pieds-droits du caisson et espacés de 2 mètres, ces poutrelles font également corps avec la cloison médiane.

La pente de la grille est de 0 m. 442 par mètre.

Sur chacun des pieds-droits du caisson et un peu au-dessus du plan supérieur de la grille se trouve scellé un rail de roulement

Les 2 rails, écartés de 6 mètres environ, sont prolongés sur un plan incliné à la même pente que la grille pour aboutir aux environs de la cote (675,00). Ce plan incliné constitue le chemin de roulement du dégrilleur mécanique « Jonneret ». Grille et dégrilleur mécanique « Jonneret » ont été installés par les *Etablissements Joya* de Grenoble.

A 110 mètres environ de la prise et dans le tunnel se trouvent les vannes de prise et galerie de dérivation.

TUNNEL D'AMENÉE

L'exécution de cet ouvrage confié à l'*Entreprise Medebielle*, à Tarbes, a été aménagée en tunnel sous pression. Il passe à des profondeurs variant de 18 à 150 mètres sous la montagne.

Il se situe presque entièrement dans des granits ou des gneiss en partie riche de mica. Les bancs traversés sont coupés de très nombreuses failles à orientations variables. Des actions orogéniques anciennes ont à diverses reprises provoqué dans ce socle de grandes cassures se manifestant en certains points du tracé par des contacts anormaux qui s'accompagnent de zone à roche broyée. Diverses actions mécaniques ont limité leur action à des sortes de morcellement polyédrique laissant des blocs partiellement sains avec leur structure primitive normale.

Le tracé du tunnel suit une ligne brisée de près de 3 kilomètres guidée par la position des fenêtres d'attaque. Partant du réservoir des Saints-Peyres à la cote 625, il aboutit au-dessus du village du Vintrou à la cote 619 ayant une pente moyenne de 0,002 par mètre.

Le tunnel, devant fonctionner constamment en charge, a été revêtu d'anneaux de béton sur la majeure partie de son tracé. Toutes les surfaces roche ou béton ont été recouvertes d'enduits de gunite armée ou non armée.

150 mètres environ ont dû recevoir un blindage métallique soudé électriquement.

Huit profils ont été exécutés :

Un profil normal fer à cheval dans la roche compacte.

Un profil fer à cheval dans la roche fissurée.

Un profil non revêtu dans la roche compacte passant à grande profondeur.

Un profil à section intérieure avec gunite armée dans roche très fissurée.

Un profil à section intérieure circulaire avec chemisage métallique pour partie passant à faible profondeur.

Un profil avec béton de soutien et anneau en béton armé dans les traversées de terrain meuble et roche broyée.

Un profil non revêtu dans la partie non en charge à l'aval du bouchon.

Un profil revêtu dans la partie non en charge à la sortie du tunnel.

Les sections libres varient de 8 m²,30 à 10 m² selon les profils.

Pour faciliter l'exécution, le tunnel a été décomposé en plusieurs tronçons attaqués par 4 fenêtres intermédiaires.

Le tronçon le plus long a été le lot Fenêtre III à Fenêtre IV et c'est sur les 1.362 mètres de ce tronçon qu'ont reposé toute l'organisation des chantiers ainsi que les délais d'exécution.

Le tunnel est complété par les chambres d'équilibre qui se situent à 190 mètres en amont de la sortie.

Une cheminée d'équilibre de 40 mètres de hauteur et de 5 m. 25 de ϕ a été creusée dans le rocher. Les derniers mètres sont revêtus d'un anneau de béton.

Elle comporte à la partie supérieure un épanouissement d'expansion en béton armé d'un diamètre intérieur de 22 m. 50 et d'une hauteur de 7 mètres.

A la partie inférieure, une chambre de compensation de 40 mètres de longueur et de 25 mètres carrés de section complète ces travaux.

L'ensemble des travaux a comporté :

40.500 mètres cubes de déblais en tunnel.

4.000 » » à ciel ouvert.

12.200 » de maçonneries en souterrain.

400 » de béton armé.

165 tonnes de fer.

85 tonnes de chemisage.

L'injection de 1.500 tonnes de ciment.

EXÉCUTION DES TRAVAUX.

Les travaux préliminaires d'aménagement et d'installation ont commencé le 1^{er} août 1930. Les travaux souterrains ont commencé effectivement le 1^{er} décembre 1930.

Toutes les attaques ont été menées à double poste à la cadence moyenne de 0 m. 90 de galerie finie (section 12 m² par poste). C'est ainsi que le 19 mai 1931 il ne restait plus en cours de perforation que le lot 3-4 qui a été percé dans des conditions de niveau et d'alignement excellentes le 15 avril 1932.

Entre temps, les maçonneries ont été commencées le 15 juillet 1931 et se sont terminées le 30 juin 1932.

Tous les travaux de parachèvement se sont terminés le 1^{er} octobre 1932 en dépit des incidents divers qui ont surgi en cours de travaux et dont le plus grave a provoqué un arrêt complet de 45 jours qui a nécessité la création d'une galerie de déviation et de secours.

C'est en effet à la suite de venues d'eau aux environs de la traversée du ruisseau du Vintrounnet que s'est abattu dans la galerie un torrent de boue apportant plus de 150 m³ de déblais, obligeant, par la suite, à retraverser, dans des conditions excessivement difficiles et pénibles en raison des poches d'eau qui faisaient fréquemment irruption dans la galerie en cours de travail.

Plus tard, ces mêmes venues d'eau ont rendu très difficile les opérations de soudure des blindages métalliques mis en place dans cette zone et il a fallu compléter ce travail par des injections dans les anneaux de soutien.

MODE DE PERFORATION.

En raison des délais très courts qui étaient imposés et pour faciliter l'aération, le tunnel a été attaqué en grande section.

Une section d'avancement de 3 à 4 mètres de long à la base ou en calotte selon la nature du terrain trouvé créait l'avant-trou derrière lequel venaient les abatages.

Fig. 4

Chaque poste comprenait à l'avancement :

- Un poste de mineurs munis d'un super-marteau sur colonne.
- Un poste double de mineurs aux abatages munis selon la dureté de la roche de deux marteaux à main ou d'un super-marteau sur colonne spéciale horizontale.
- Un poste de marinage pour l'enlèvement des déblais.

Fig. 5. — Exécution du revêtement de la galerie dans une section en fer à cheval.

Fig. 6. — Exécution du revêtement de la galerie dans une section circulaire

Ces divers travaux s'effectuaient simultanément et la volée complète était réalisée normalement dans la durée du poste.

REVETEMENTS ET COFFRAGES.

Chaque section était équipée pour pouvoir alimenter les chantiers de maçonneries qu'elle comportait. C'est ainsi qu'à Ventenac et au Vintrou les produits sains venant de la galerie étaient traités

à des stations de concassage et broyage donnant en silos du 0/3, 3/10, 10/30, 30/60. Après une reconstitution granulométrique et malaxage, le béton dosé à 200 kilos de ciment était amené par benne spéciale au lieu d'emploi.

On a utilisé des coffrages métalliques système « Blaw-Knox » mobile sur le radier exécuté à l'avance. La forme était amenée à sa position et un dispositif de réglage mécanique permettait de compenser les erreurs de pose du roulement.

Le béton se faisait en plancher comme l'indique la photo et les wagonnets pouvaient être éclusés à travers les coffrages, ce qui a permis de bétonner certaines attaques tandis que se poursuivaient les travaux de perforation.

Des fenêtres appropriées permettaient de remplir les formes aux hauteurs successives, la clé était bétonnée par la méthode courante avec des panneaux de 0 m. 50.

Enfin, ce dispositif a permis de réaliser facilement avec de faibles modifications le profil fer à cheval et le profil circulaire.

On disposait de huit éléments de trois mètres et de quatre éléments de chariot porteur.

Les maçonneries se sont poursuivies sans interruption et le décoffrage avait lieu au plus tard 24 heures après. La mise en place des coffrages se faisait très facilement, et, selon l'habileté du personnel, demandait 45 minutes à 1 heure. On a pu exécuter jusqu'à 15 mètres de tunnel fini par 24 heures.

ENDUITS.

Après l'achèvement des maçonneries et de la perforation, la paroi intérieure du tunnel a été revêtue et enduite de gunité de 0,02. Certains tronçons ont comporté une application de gunité armée de 0,07. Les cerces étaient soudées électriquement à l'intérieur du tunnel avant la mise en place.

La traversée du ruisseau le Vintrounet a comporté 150 mètres de chemisage métallique de 7 mm. d'épaisseur. Les viroles arrivaient en deux éléments 2/3 et 1/3 qui étaient montés et soudés électriquement à l'intérieur. Cette soudure, rendue très difficile en raison des nombreuses venues d'eau sous pression qui gênaient considérablement le travail dans les points bas a été exécutée par la « Société Dauphinoise d'Études et de Montages » à Grenoble.

INJECTIONS.

Des injections sous pression entre le parement et le rocher sont venues compenser les retraits.

CHAMBRE D'EXPANSION.

Les parties en galerie et à ciel ouvert ont été menées par le procédé courant. Quant à la partie en puits, elle a été attaquée de bas en haut par un avant-puits de 3 m. x 2 m. avec un marteau télescopique. Seul était mariné l'excédent de foisonnement. L'avant-puits percé, les abatages ont été menés de haut en bas.

CONDUITE FORCÉE

CARACTÉRISTIQUES.

La conduite forcée, entièrement en acier, répond aux caractéristiques suivantes :

Niveau statique maximum (Retenue max. du barrage des Saints-Peyres	670 mètres
Altitude de l'axe de départ de la conduite	620 m. 730
Altitude de l'axe d'arrivée aux turbines	402 m. 950
Chute brute.	267 mètres
Suppression linéaire 25%, soit au collecteur	67 »
Longueur de la conduite proprement dite	1.156 »
Longueur du collecteur	44 »
Débit maximum total	15.750 lit.-sec.
Perte de charge maximum pour le débit total	20 mètres soit 7,25% de la chute
Diamètres (2 m. 200 sur 596 m. (2 m. 000 sur 560 m.	
Vitesse de l'eau pour le débit maximum.	4 m. 15 et 5 m. par seconde
Nombre de groupes de la centrale pouvant absorber chacun 5.000 lit.-sec	3
Nombre de groupes de la centrale pouvant absorber chacun 750 lit.-sec..	1

DESCRIPTION.

La conduite forcée prolonge le tunnel d'aménée en charge et s'y raccorde par un bouchon d'ancrage en béton de 15 mètres de long. Sur 170 mètres de longueur environ depuis son origine, sa pente est de 0 m. 002 par mètre en prolongement du tunnel d'aménée. Elle change ensuite de direction, pique directement sur l'usine dans un seul alignement pour bifurquer et aboutir au collecteur.

A 400 mètres de son origine amont et au village de Vintrou, la conduite traverse la route G. C. n° 53 sous laquelle elle est enrobée complètement sur toute la largeur de la route dans un massif qui tient également lieu d'ancrage.

La conduite traverse en outre quelques chemins d'intérêts privés qu'il a fallu rétablir, soit par dessus, soit par dessous, après son montage.

MODE DE CONSTRUCTION.

La conduite forcée est constituée de l'amont vers l'aval de trois parties de construction différente :

La première est en tuyaux rivés de 9 à 20 mm. d'épaisseur, Ø intérieur 2 m. 200 à rivures spéciales « G. FERRAND » avec cercles de renforts en cornières pour assurer la résistance au vide atm sphérique.

La deuxième en tuyaux soudés au gaz à l'eau, Ø intérieur 2 m. 200 et 2 mètres ; é paisseur 18 à 35 mm.

La troisième en tuyaux auto-frettés, système « G. FERRAND », Ø intérieur 2 mètres, paroi de 21 mm. d'épaisseur.

Les tôles employées à la construction de la conduite forcée sont en acier extra-doux Siemens-Martin chaudière, qualité A

Fig. 7. — Galerie dans une section revêtue d'un anneau en béton armé.

Fig. 8. — Galerie dans la partie revêtue d'un blindage métallique.

soudable pour les tuyaux soudés et auto-frettés, R = 35/40, allongement minimum 30% ; et qualité B. pour les tuyaux rivés, R = 40/46, allongement minimum 27%.

Les brides laminées sont en acier S. M. qualité B.

Les frettés et manchons d'assemblage des tuyaux auto-frettés en acier S.M. demi-dur, R ≥ 55 kg./mm², allongement 20% minimum et les pièces en acier moulé sont en acier S.M. recuit R ≥ 55 kg., allongement 15%.

Sous la pression maximum de service (pression statique + surpression), la fatigue du métal aux rivures ou aux soudures est de 8 kg./mm² maximum.

La fatigue des frettes et manchons est de 14 kg./mm² maximum et celle de l'acier coulé est de 8 kg./mm² maximum.

Les tuyaux rivés exécutés en éléments de 6 m. 40 de long, constitués de grandes et petites viroles, sont assemblés sur place par rivetage.

Les tuyaux soudés au gaz à l'eau en tronçons de 5 m. 70 à 6 m. 50 de long sont jonctionnés sur place par emboîtement à tulipe cylindrique et rivetage.

Les coudes d'angle inférieur à 170° sont constitués par des tuyaux droits avec manchons usinés biais et rivés tandis que ceux dont l'angle est supérieur à 170° sont munis ainsi que les tuyaux adjacents de brides mobiles pour assemblage par boulons.

Les tuyaux auto-frettés système « G. FERRAND », Ø 2 mètres, sont exécutés en éléments de 6 m. 400 avec assemblage sur place par manchons et rivetage. Dans cette partie les coudes sont en acier moulé avec assemblage aux tuyaux adjacents par brides et boulons.

Fig. 9. — Conduite forcée
Vue d'ensemble

La conduite repose, tous les 6 m. 50 environ, sur des piliers-supports en maçonnerie avec berceaux métalliques scellés.

Elle est fixée dans 9 massifs d'ancrage répartis tout le long du profil et ne comporte pas de joints de dilatation.

Fig. 10. — Conduite forcée
Partie en tuyaux rivés.

Ces massifs d'ancrage d'un cube total de 2.100 m³ environ ont été calculés pour absorber les réactions dues aux efforts de dilatation ou de contraction provenant de variations de température, de 30° centigrades en plus ou en moins de la température au moment des raccordements qui ont été effectués à + 15° centigrades.

La liaison de la conduite avec les massifs d'ancrage est assurée par des colliers embrassant la conduite, et des cornières rivées ou soudées sur les tuyaux selon le type.

Tous les tuyaux ont reçu, avant montage, une couche de peinture protectrice et deux couches après.

La visite intérieure est assurée par des trous d'hommes répartis tout le long du profil.

Tous les tuyaux soudés et auto-frettés ont été éprouvés en atelier au double de la pression maximum de service qu'ils ont à supporter, soit 67 kg. par cm² pour la partie inférieure.

APPAREIL DE TÊTE.

A l'origine de la conduite se trouve un papillon automatique d'arrêt de débit :

Diamètre	2 m. 200
Débit maximum normal	16 m ³
Débit maximum de déclenchement	22 m ³

Il est muni d'un by-pass, purgeur d'air, vidange et fonctionne automatiquement lorsque la vitesse de l'eau dans la conduite dépasse de 40% la vitesse normale maximum. Il est prévu également pour manœuvre à la main et sa fermeture peut s'effectuer à distance depuis l'usine.

En aval de cet appareil et sur la conduite se trouve une ventouse automatique pour permettre l'entrée de l'air au moment de la fermeture.

Cet appareil a été construit par les Ateliers Neyret, Beylier, Piccard-Pictet, à Grenoble.

COMPTEUR VENTURI.

A l'aval du papillon automatique se trouve placé un compteur « Venturi ». La longueur totale du tube « Venturi » est de 6 m. 40 et les diamètres d'entrée et de sortie sont de 2 m. 200.

Les prises amont et aval sont reliées au transmetteur fermé dans une niche en tôle. Les indications sont transmises à l'usine génératrice à un récepteur enregistreur et totaliseur à distance par l'intermédiaire d'une ligne d'alimentation basse tension constituée par des câbles armés, enterrés le long de la conduite forcée.

L'appareillage correspondant a été fourni par la *Compagnie Pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz*.

COLLECTEUR

Le collecteur alimente trois groupes principaux et un groupe auxiliaire ; il est conique ; son diamètre amont est de $\varnothing$ 2 mètres (raccordement à la conduite forcée) et son diamètre de $\varnothing$ 1 m. 300 (dernier té de bifurcation).

Il est composé de 3 tés coniques en acier moulé à branchements obliques avec nervures de renforcement (le poids maximum unitaire d'un té est de 13 tonnes) et de tuyaux soudés au gaz à l'eau et de $\varnothing$ 1 m. 800 et 1 m. 600 (le poids maximum unitaire d'un tuyau, $\varnothing$ 1 m. 800, est de 16 tonnes).

Le dernier té de bifurcation est obturé par un fond bombé en acier moulé qui porte une prise sur laquelle vient se brancher la tuyauterie $\varnothing$ 400, longueur 22 mètres, qui alimente le groupe auxiliaire.

Le raccordement du collecteur avec chacun des 3 groupes principaux est composé d'une tubulure conique et coudée de

obturation cylindrique et pointeau, prolongé par une tuyauterie de $\varnothing$ 250 mm. (complètement enrobée dans une maçonnerie) terminée par un divergent qui vient cracher directement dans le canal de fuite du premier groupe principal.

Un manomètre enregistreur à cadran grand modèle à révolu-

Fig. 12. — Conduite forcée en cours de montage

tion journalière, installé à l'intérieur de l'usine, complète cette installation.

MONTAGE DE LA CONDUITE ET DU COLLECTEUR.

Après exécution de la plateforme d'assise tous les massifs d'ancrage avec leurs trous de scellements pour les colliers d'ancrage ainsi que les piliers-supports en maçonnerie ont été coulés et arasés à la cote du fond de tranchée, avec saillies appropriées pour bonne reprise des maçonneries après montage.

La traversée du G. C. n° 53 s'est faite en établissant un pont provisoire ; un boisage sérieux a été nécessité en raison des fortes charges dues au passage des camions alimentant le chantier du barrage des Saints-Peyres.

Le G. C. n° 53 coupant le tracé de la conduite à peu près au 1/4 supérieur de sa longueur, il a été établi de part et d'autre de la route et parallèlement à la conduite un plan incliné à voie de 1 mètre pour l'amenée des fournitures à leur point de montage.

La station de commande du plan incliné inférieur au sud de la route comportait un treuil de 10.000 kg. actionné par un moteur électrique de 68 CV. et la voie de 770 mètres de longueur descendait jusqu'à l'usine.

La station de commande du plan incliné supérieur au nord de la route comprenait un treuil de 6.500 kg. actionné par un moteur électrique de 35 CV.

La voie, de 390 mètres de longueur, partait de la route C. G. n° 53 et longeait la conduite jusqu'à son point de départ amont.

Un parc à tuyaux avait été aménagé au voisinage immédiat de la station du plan incliné inférieur.

Les tuyaux et tout le matériel de montage ont été amenés à pied-d'œuvre par camions automobiles, depuis la gare de Mazamet.

Fig. 11. — Conduite forcée
Partie en tuyaux auto-frettés

$\varnothing$ 1 m. 300 $\times$ 1 m. 025 en tuyaux soudés au gaz à l'eau avec bagues soudées et brides tournantes.

Les différents éléments constituant le collecteur sont jonctionnés entre eux par brides et boulons.

Le collecteur est muni d'un trou d'homme en acier moulé et d'un robinet de vidange $\varnothing$ 250 haute pression, à double effet, à

Pour l'alimentation des appareils de rivetage, il a été installé tout le long du tracé de la conduite une tuyauterie d'air comprimé sous une pression de 7 kg./cm² avec prises tous les 50 mètres environ.

Le montage de la conduite proprement dite, commencé le 15 mars 1932, s'est terminé le 15 novembre 1932.

CENTRALE HYDRO-ÉLECTRIQUE

La centrale hydro-électrique comprend :

Une salle des machines d'environ 50 mètres sur 13 m. 50 avec canaux de fuite, équipée pour 45.000 CV.

Fig. 13. — Usine hydro-électrique. Vue en plan

Il a été commencé en deux points différents, l'un situé vers l'usine et l'autre immédiatement à l'aval de la route G. C. n° 53.

Un troisième départ a été fait en partant de l'origine de la conduite en tunnel pour aboutir à l'aval du papillon automatique.

Le montage du collecteur, commencé le 15 novembre 1933, s'est terminé le 1^{er} avril 1934.

Dans le but d'assurer un raccordement correct avec les turbines, on a d'abord effectué un montage à blanc du collecteur, puis un ripage en bloc (87 tonnes) pour la mise en place des faux-joints de raccordement.

La mise en service de l'installation s'est effectuée les 19 et 20 avril 1934.

La puissance développée par la chute du Vintrou est de 45.000 CV.

Le poids total de la conduite forcée, y compris le collecteur et ses accessoires, est de 1.530 tonnes environ.

La construction a été faite par les *Chaudronneries des Pyrénées* à Tarbes et les *Etablissements Bouchayer et Viallet* à Grenoble, et le montage par la *Société Dauphinoise d'Etudes et de Montages* à Grenoble.

Les travaux de génie civil correspondants ont été confiés à l'*Entreprise Medebielle* à Tarbes.

Une liaison étroite entre les monteurs et l'entreprise de génie civil a permis de mener sans heurt et sans à coup cet ensemble de travaux dans un délai de 10 mois.

Un bâtiment d'appareillage attenant au premier, d'environ 20 mètres sur 17 m. 50.

La construction en a été effectuée par l'*Entreprise Medebielle* à Tarbes.

TURBINES ET ALTERNATEURS

La centrale est équipée de trois groupes principaux et un groupe auxiliaire. Un emplacement est réservé pour un 4^e groupe principal éventuel.

Fig. 14. — Turbine de 14.500 C. V.