

3° Les trois usines du Gave d'Ossau, dans les Basses-Pyrénées.

Les usines des Pyrénées-Orientales, installées toutes deux sur la Têt, sont respectivement de 4.000 et 2.500 KW ; elles servent uniquement à alimenter les lignes de Villefranche à la Tour-de-Carol et de Pempignan à Villefranche, en courant triphasé à 25 périodes et en courant monophasé à 16 périodes.

L'équipement des Pyrénées Centrales est beaucoup plus important ; il est de 15.000 KW pour l'usine de Soulom et de 25.000 pour celle d'Eget ; cette dernière est alimentée par les lacs d'Aumar, d'Aubert, de Cap de Long, d'Orédon et par le réservoir artificiel de l'Oule, dont la capacité totale dépasse 26 millions de mètres cubes.

Quant aux usines de la vallées d'Ossau, elles sont disposées en cascade au-dessus de Laruns ; celle d'Artouste, qui utilise les eaux du lac de même nom, dispose d'une chute de 765 m. : l'usine de Miegebat, qui se trouve à l'aval de la précédente, reçoit l'eau sous 390 mètres et l'usine du Houbat, encore plus à l'aval, sous 200 mètres. Leur équipement total atteint 90.000 KW.

Ces cinq dernières usines fournissent le courant triphasé à la fréquence de 50 périodes et à la tension de 60.000 volts, qui est envoyé aux sous-stations dispersées sur tout le réseau. Quand la distance de transport dépasse 300 kilomètres, la tension est portée à 150.000 volts.

Pour l'utilisation, le courant triphasé est transformé en courant continu de 1.500 volts ; les sous-stations sont espacées en moyenne, de 20 à 25 kilomètres.

On dispose ainsi dans les usines dont nous venons de parler d'environ 400 millions de kilowatts-heure annuels,

tandis que la consommation est actuellement de l'ordre de 250 millions.

Depuis 1932, fonctionne à la mine d'Hostens, au Sud du département de la Gironde, appartenant à la *Société Minière et électrique des Landes*, une centrale de 25.000 KW de puissance installée, qui livre la totalité de son courant à la Cie des Chemins de Fer du Midi.

Cette centrale comprend 2 groupes turbo-alternateurs de 12.500 KW, produisant du courant à 6.000 volts et alimentés par trois chaudières de 720 m² et timbrées à 22 kilos. Elle est placée à quelques centaines de mètres de la mine de lignite d'Hostens, où une couche épaisse de 5 à 12 m., recouverte par 2 à 3 mètres de sables, est exploitée à ciel ouvert.

Comme ce lignite est très spécial, qu'il renferme de 50 à 60 % d'eau et n'a jamais pu être utilisé auparavant — son pouvoir calorifique, à l'état brut, ne dépasse pas 1.500 calories — il fallait, avant tout, un prix de revient extrêmement bas. Le problème a été résolu au moyen d'un portique d'extraction de 80 mètres de portée qui, par des pelles mécaniques, permet une production de 400 mètres cubes à l'heure, avec un personnel extrêmement réduit.

Cette installation qui fait le plus grand honneur à la *Société Minière et électrique des Landes*, montre que ce vaste bassin lignitifère landais qui renferme plusieurs milliards de tonnes de charbon, est parfaitement exploitable quand on sait utiliser rationnellement ses produits.

La centrale est reliée au poste de Pessac près Bordeaux, de la Cie du Midi, par une ligne à 60.000 volts.

A ce poste se marient les courants électriques de la houille noire landaise et de la houille blanche pyrénéenne.

DOCUMENTATION

La transformation des groupes électrogènes de l'usine hydro-électrique de Cusset-Villeurbanne de la Société Lyonnaise des Forces Motrices du Rhône

Les progrès de la technique des turbines hydrauliques, en particulier en ce qui concerne le type hélice, sont tels que bien souvent on a intérêt à remplacer d'anciens groupes beaucoup plus puissants sous un même volume. Mais la transformation des fondations représente un travail tel, qu'il ne doit être entrepris qu'avec circonspection.

C'est ainsi que la centrale de Cusset de la Société des Forces Motrices du Rhône est en cours de transformation. Cette usine, construite entre 1894 et 1897 est du type usine-barrage, situé à l'extrémité du Canal de Jonage.

La chute utile varie de 10 à 12 m. Le débit dérivé est compris entre 100 et 150 m³. Le bâtiment comprend deux étages : l'étage supérieur est un hall de 152 m. où se trouvent les alternateurs ; l'étage inférieur est réservé aux turbines.

Chaque turbine a son pertuis d'entrée d'eau, sa chambre et son canal de fuite. Le nombre de ces sortes de cellules hydrauliques est de 19, dont 16 occupées par les groupes électrogènes fournissant le courant alternatif triphasé distribué et les 3 autres par des groupes dynamos, produisant le courant continu d'excitation.

En première étape furent installés 8 turbines Jonval, développant chacune 1.200 CV à 120 tours par minute. Elles étaient tronconiques centripètes, à 3 étages d'aubes, munies chacune d'un vannage cylindrique. Les deux étages inférieurs étaient manœuvrés simultanément par le régulateur, maintenant une vitesse constante à 3 % près. Le vannage supérieur n'était utilisé qu'en temps de

crue et pouvait être accouplé aux deux autres. Le rendement de ces turbines ne dépassait pas 67 %.

En deuxième étape on installa 8 turbines Francis doubles, d'une puissance de 1.350 CV. Elles avaient 2 roues motrices, l'une au dessus de l'autre, dans une huche en fonte. Le distributeur circulaire à aubes mobiles était commandé par un régulateur, assurant une précision de 0,25 %. Le rendement de ces turbines atteint 75 %.

Les alternateurs, tous identiques, à axe vertical, sont du type ombrelle. Les inducteurs portent 50 pôles massifs. Leur puissance est de 1.350 KVA, sous 3.500 volts.

En 1917 et 1918 les roues coniques des turbines Jonval ont été remplacées par des roues Francis simples. La substitution, qui a porté simplement sur les roues motrices et leur vannage, a procuré un gain de 12 à 15 % tant sur le rendement que sur la puissance.

Parallèlement, les alternateurs ont été rebobinés et leur puissance est montée à 1.750 KVA, avec un rendement de 96 %.

En 1932, la Société Lyonnaise des Forces Motrices du Rhône a obtenu l'autorisation de construire un barrage mobile sur le Rhône, à 100 m. en aval de l'entrée du Canal de Jonage, ce qui a permis d'élever de 0 m. 50, le plan d'eau en amont de l'usine-barrage et d'assurer un débit pouvant atteindre 500 m³. La chute utile se trouve portée entre 11 et 13 m.

Cette société a entrepris alors de remplacer ses anciens groupes par des groupes modernes 5 fois plus puissants. Ceux-ci comprennent une turbine Kaplan à axe vertical tournant à 214 tours par

minute et d'une puissance de 6.000 CV, accouplée à un alternateur, avec excitatrice en bout d'arbre, pouvant donner 7.000 KVA sous 10.500 volts.

L'installation de ces groupes demande d'importants travaux de génie civil. Il a fallu prolonger de 15 mètres les arrière-becs pour pouvoir établir le diffuseur. Les aqueducs doivent permettre un débit de 43 m³/sec. au lieu de 12. Ils sont fermés par des vannes-wagon de 5 m. 90 de hauteur et 5 m. 55 de largeur.

Les turbines sont construites par la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, sur les plans de Th. Bell. La commande des aubes directrices est placée à l'extérieur du fond intérieur du distributeur.

Aucun organe ne relie le fond inférieur à la couronne supérieure du distributeur. Il n'y a pas d'avant-distributeur, ce qui permet de gagner un place appréciable en faveur de la chambre d'eau.

Un dispositif spécial servant de limiteur de vitesse d'emballlement, est disposé dans la pointe de la roue. Ce mécanisme comprend deux ailes, susceptibles de pivoter chacune autour d'un axe vertical et retenues fermées par un ressort relié à chaque extrémité à un cliquet disposé dans chacune des ailes. Cet appareil est réglé, de façon à provoquer le déclenchement des cliquets et l'ouverture des ailes pour une vitesse déterminée. Les ailes introduisent une résistance importante qui limite la vitesse d'emballlement.

Entre la roue motrice et le palier moteur est disposé concentri-

quement à l'arbre de la turbine un presse-étoupe Huhn, muni de gorges dans lesquelles se trouvent des garnitures en carbone.

Chaque aube directrice peut être montée individuellement. Le poids de la partie tournante et la poussée hydraulique, d'un total de 120 tonnes sont supportés par un pivot à patins mobiles interchangeables, montés sur ressorts à boudins.

Un limiteur de vitesse agit d'une part sur le régulateur pour fermer le distributeur, et d'autre part, sur la vanne de garde de la turbine, lorsque la vitesse du groupe dépasse une certaine limite.

L'alternateur de la Société Alsthom a une puissance de 6.850 KVA sous 10.500 V. Le diamètre extérieur du stator est de 4 m. 90. Le poids du rotor avec l'induit de l'excitatrice est de 38.000 Kg. et le poids total de l'alternateur, 81.000 Kg.

Un petit alternateur auxiliaire monté sur l'arbre alimente le moteur, entraînant le tachymètre du régulateur de vitesse de la turbine.

La ventilation de l'alternateur s'effectue en circuit ouvert. Afin de permettre un arrêt rapide en cas d'incident, des freins agissent sur le rotor de l'alternateur et sont alimentés par air sous pression pris dans le réservoir d'air du régulateur.

ED. LAEDERICH,

Bulletin de la Société Alsacienne

Janvier — Avril 1936.

Granulation et prévision de la résistance probable des bétons

Les résistances des mortiers et bétons sont influencées par : le dosage et la qualité du ciment; la quantité d'eau de gâchage; la durée et le mode de durcissement ; la densité du béton ; la composition granulométrique et la nature du ballast, le degré de serrage et la consistance du béton.

La formule de Férest

$$R = K \left(\frac{c}{1-s} \right)^2$$

montre que, pour un dosage donné de ciment, la résistance du béton est d'autant plus élevée que le ballast occupe une plus grande partie de l'unité de volume de béton, c'est-à-dire que le ballast offre un plus petit volume de vides devant être rempli par la pâte liante et les pores de celle-ci.

Cette formule peut s'écrire :

$$R = K \left(\frac{c}{c + e + v} \right)^2$$

- R = résistance à la compression,
- K = coefficient de résistance du ciment,
- c = volume absolu du ciment par unité de volume de béton.
- s = — du ballast —
- e = — de l'eau —
- v = — des vides (pores) —

Elle signifie que, pour un dosage donné de ciment, la résistance du béton est d'autant plus élevée que le ballast occupe une plus grande partie de l'unité de volume de béton, c'est-à-dire que le ballast offre un plus petit volume de vides devant être rempli par la pâte liante et les pores de celle-ci.

Abrams et Graf ont donné également des formules. Enfin, en 1925, Bolomey a établi la formule de chantier :

$$R = K \left(\frac{C}{E} - 0,50 \right)$$

qui n'est qu'un cas particulier de sa formule générale,

$$R = \left[\left(\frac{\Delta}{2,35} \right)^2 \frac{C}{E} \right] \frac{K}{2}$$

où Δ est la densité de béton au moment de sa mise en œuvre,

B est un coefficient dépendant de la nature du ciment, variant de 1,2 à 2 et généralement égal à 1,5.

Le problème de la granulation consiste à trouver un ballast offrant le minimum de vides qui pourront être complètement remplis par un volume minimum de pâte liante. C'est la condition de compacité.

Il faut encore que le béton soit suffisamment onctueux ou plastique. C'est la condition de maniabilité.

La composition granulométrique d'un ballast satisfaisant aux conditions ci-dessus a été définie par la parabole de Fuller :

$$P = 100 \sqrt[3]{d : D}$$

où :

- P = % du poids du ballast plus petit que d ^{m/m},
- D = diamètre des plus gros grains du ballast en ^{m/m}.
- d = diamètre quelconque compris entre 0 et D ^{m/m}.

Bolomey a fait intervenir un coefficient A variable avec la consistance du béton et la forme des grains du ballast. La formule devient :

$$P = A + (100 - A) \sqrt[3]{d : D}$$

La quantité d'eau de gâchage est donnée par la formule :

$$E = \sum \frac{P N}{\sqrt[3]{d_1 d_2}}$$

Cette formule montre qu'un ballast permet d'obtenir un béton d'autant plus résistant que son E est plus faible ; deux ballast ayant même E sont équivalents.

Le module de finesse d'Abrams s'obtient en additionnant les refus du ballast sur tamis à mailles de 0,15 - 0,3 - 0,6 - 1,2 - 2,4 - 4,8 - 9,6 - 19 - 38 - 76 - 152.

La résistance d'un béton croît en même temps que le module de finesse du ballast qui a servi à sa fabrication. Deux ballast de même nature et de même module de finesse sont équivalents.

La quantité d'eau de gâchage diminue quand le module de finesse augmente.

Étant donné un béton de module M, la quantité d'eau de gâchage nécessaire est égale à :

$$E = b : M$$

dans laquelle b est un coefficient dépendant de la forme et de la rugosité des grains du ballast, ainsi que de la consistance désirée du béton.

Consistance du béton	Grains arrondis	Grains anguleux
Terre humide (béton damé)	b = 32 à 34	b = 38 à 41
Pâteuse (béton armé)	b = 35 à 38	b = 42 à 45
Fluente (béton roulé)	b = 40 à 44	b = 48 à 52

J. BOLOMEY,

Bulletin Technique de la Suisse Romande

28 mars — 11 avril 1936.

L'évolution des chemins de fer funiculaires, son application à l'installation d'Unterwasser-Iltios

Les sports d'hiver ont contribué à l'extension du système de traction par câble, pour les fortes pentes. Les améliorations du freinage, puissance et rapidité, ont permis d'augmenter la vitesse et la charge des voitures.

Les alliages légers sont fort répandus dans les véhicules. L'ensemble, moteur-réducteur-treuil, s'est perfectionné et d'un encombrement beaucoup plus réduit qu'autrefois. Dans certains cas, comme à Unterwasser-Iltios, la commande du treuil se fait depuis les voitures.

La capacité de transport des funiculaires est plus grande que celle des téléphériques. Celui de Montjuich, à Barcelone comprend deux convois de deux voitures circulant en sens inverse et permet de transporter 7.000 personnes à l'heure.

Souvent les funiculaires servent primitivement au transport des conduites forcées et sont ensuite aménagés en vue du service touristique.

Le funiculaire d'Unterwasser conduit à l'Alpe d'Iltios qui est un centre d'excursions et offre des champs de neige propices au ski. La partie électrique fut fournie par la Société Brown-Boveri et la

partie mécanique est exécutée par les usines L. de Roll, Fonderie de Berne.

Il comporte un système de réglage automatique de la vitesse des voitures à l'entrée dans les stations. Le service est assuré par deux voitures pesant 4.950 kg. et comportant 44 places. Leur vitesse atteint 3,2 m/sec. ; la durée d'une course est de 6 minutes $\frac{1}{2}$ et la capacité de transport de 350 personnes par heure dans chaque sens.

Le treuil est commandé par un moteur asynchrone triphasé de 80 KW, qui porte deux poulies de freinage, l'une pour le frein à main ou à électro-aimant, l'autre pour le frein de sécurité qui entre en fonctionnement dès que la vitesse dépasse de 25 % la vitesse normale.

Une dynamo-frein permet d'assurer le freinage avec une grande précision et d'arrêter toujours les voitures au même endroit, quelle que soit leur charge. La commande peut s'effectuer de la voiture, ou de la machinerie. La mise en route ne se fait qu'après que les deux conducteurs se sont mis d'accord par téléphone.

La Traction Electrique, Avril 1936.

Les matériaux de la construction moderne

Les architectes ont été amenés par la crise actuelle à réduire le prix de revient de la bâtisse, tout en permettant de construire plus vite.

La *Technique moderne* consacre son numéro du 15 avril 1936 à l'étude des matériaux anciens et nouveaux, qui permettent d'atteindre ce double but. Nous allons brièvement résumer quelques-uns de ces articles :

L'EMPLOI DES METAUX DANS LA CONSTRUCTION MODERNE

Le fer pur résiste beaucoup plus à l'oxydation et à la corrosion que l'acier ordinaire. Les aciers inoxydables et en particulier l'acier 18/8 contenant 18 % de chrome et 8 % de nickel, qui peut recevoir un beau poli, brillant ou mat, servent à faire des huisseries, portes et moulures, lavabos, mains courantes d'escaliers.

On est arrivé à faire du contre-plaqué bois et acier inoxydable, pouvant servir à l'exécution de portes et de panneaux.

L'aluminium manquant de résistance mécanique, celle-ci a été obtenue dans le duralumin, alliage d'aluminium, cuivre, magnésium et manganèse. Un traitement thermique approprié permet d'augmenter sa résistance mécanique. Le duralumin se plie, se forge, se soude. Il faut éviter tout contact entre pièce en aluminium ou duralumin et le cuivre, car il se produit des actions électrolytiques, surtout à l'air salin.

Le *stodal* est un alliage d'aluminium, manganèse et magnésium, qui peut recevoir un beau poli inaltérable et sert surtout pour la construction et la décoration.

L'*almasillium* a des propriétés intermédiaires entre l'aluminium et le duralumin.

L'EMPLOI DU BOIS DANS LA CONSTRUCTION MODERNE

Le bois contreplaqué ne se déforme presque pas. Par l'emploi de colles insolubles et insensibles à l'action de l'humidité on peut faire des coffrages en contre-plaqué pour le béton armé, très légers et facilement démontables. Il est très pratique pour les coffrages de voûtes, car il simplifie la préparation du cintre.

On a essayé une infinité de procédés pour rendre le bois igni-

fuge. Deux des meilleurs sont ceux-ci : l'Oxylène et le Permig. Le bois ainsi traité se carbonise à l'endroit placé dans la flamme, mais la combustion ne se propage pas et disparaît dès qu'on supprime le foyer ou la flamme qui lèche le bois.

Le *Permal* est un bois imprégné aux résines synthétiques, souvent contreplaqué. C'est un excellent diélectrique, ayant une résistance mécanique bien supérieure à celle du bois ordinaire. Il sert à construire des tableaux électriques et des isolateurs haute et basse tension.

Le bois synthétique *Isorel* est obtenu sous forme de grandes plaques planes, par compression de fibres de bois agglomérés aux résines synthétiques.

L'emploi du bois pour la construction de conduites d'eau date des temps les plus reculés. Au XVII^e siècle, la ville de Londres avait des conduites constituées par des troncs d'arbres percés. Au XIX^e siècle on voit apparaître au Canada et aux Etats-Unis, les premières conduites en bois armé servant à la distribution, non seulement de l'eau froide, mais aussi de l'eau chaude et de la vapeur.

En France, la société « Le Bois Armé » construit des conduites de 40 c/m à 5 m. pour des pressions allant jusqu'à 15 kg/cm². Elles sont construites par des douves en bois assemblées et frettées par des fils métalliques. La conduite terminée est enduite de goudron ou de matière bitumeuse, à laquelle on ajoute parfois de la sciure de bois. Les essences qui conviennent le mieux sont le sapin, le pin, le mélèze et quelquefois le chêne.

Il y a deux méthodes de construction : la construction continue, qui se fait sur place, et la construction par tronçons et manchonnés d'une façon cônica.

LES LIANTS HYDRAULIQUES

Les ciments ont fait des progrès considérables : les résistances ont plus que doublé, les délais de décoffrage et de mise en charge des ouvrages en béton armé sont passés de quelques mois à 24 h. A l'ancienne liste de la Commission de Standardisation, il faut ajouter : les chaux au laitier, les ciments artificiels à haute résistance initiale, les ciments métallurgiques, les ciments métallurgiques sur-sulfatés, les ciments composés aux pouzzolanes et notamment les ciments à la gaize, les ciments alumineux.

Le Barrage de Jons sur le Rhône

Le barrage de Jons, situé à l'aval immédiat du canal de dérivation de l'usine de Jonage, a pour but de relever le niveau du fleuve pour augmenter le débit dérivé.

A l'emplacement du barrage, le lit du Rhône est formé d'une couche d'alluvions de 15 m. d'épaisseur. Il a fallu prendre des précautions spéciales pour éviter les affouillements.

Le barrage est entièrement mobile pour éviter les inondations. Il comprend 5 pertuis de 17 m. de largeur. Les fondations ont été descendues à une grande profondeur pour permettre aux affouille-

ments de se stabiliser à 6 ou 7 m. au-dessous du niveau du seuil des pertuis.

Les vannes des pertuis sont en deux parties, pouvant s'effacer l'une devant l'autre et le radier a été prévu en forme de cuvette, comme à Chancy-Pougny.

Les piles ont une longueur de 19 m. et une largeur de 3 m. 80. Elles sont fondées sur des caissons de 22 x 5,3 m. descendus à 12 m. en-dessous du seuil du pertuis. L'intervalle entre piles et parafouilles est constitué par une dalle de 3 m. d'épaisseur. Le radier des seuils présente la forme d'une cuvette de 20 m. de longueur.

Pour protéger les rives contre les érosions, à l'amont du barrage et sur chaque rive, un ouvrage en forme de paraboloïde de 40 m. de longueur, raccorde le parement vertical de la culée au talus de la rive. Des ouvrages plus importants sont à l'aval en raison des affouillements à prévoir. Le pied des digues est protégé sur une longueur de 30 m. par des écrans en palplanches descendant à 7 et 5 m. au-dessous du lit normal.

La rapidité du cours du Rhône, la soudaineté et la gravité des recrus, l'affouillabilité et la perméabilité de son lit, ont obligé à n'obstruer le lit qu'au minimum et ont écarté les procédés sommaires, pour recourir à des dispositifs garantissant de la façon la plus formelle l'immunité des ouvrages pendant leur construction.

On a installé deux passerelles de service sur lesquelles circulait un pont roulant, destinées à soutenir et mettre en place les caissons

de piles. Chaque pertuis est constitué par un quadrillage de quatre caissons comprenant deux caissons de piles et deux caissons de parafouilles.

Pour obstruer au minimum le lit du Rhône, on dut ne barrer qu'un pertuis à la fois.

Les caissons de culées ont 20,50 × 6,50 m. pour la rive droite et 18 × 7 m. pour la rive gauche. L'exécution des seuils a été tout à fait spéciale, et le béton coulé sous l'eau.

Les travaux ont été commencés au cours du troisième trimestre 1933 par la Société Générale d'Entreprise, qui dirige les travaux et par l'Entreprise Industrielle. L'achèvement du barrage est prévu pour le début de 1937.

La Technique Moderne, 15 juin 1936.

Étanchéité des ouvrages en béton et en maçonnerie

La réalisation d'un béton imperméable est recherchée dans une foule d'ouvrages : réservoirs, barrages, canalisations, toitures, terrasses, etc., les divers ouvrages ne demandent pas le même degré d'imperméabilité et il faut distinguer l'étanchéité absolue de l'étanchéité relative.

Il n'existe pas de mortier ou de béton de ciment qui soit absolument étanche. L'imperméabilité absolue ne peut être obtenue que par un revêtement étanche.

Un béton est pratiquement étanche, tant qu'il ne se fissure pas, s'il satisfait aux conditions suivantes :

- Dosage convenable du ciment,
- Bonne granulation du ballast,
- Gâchage du béton sans excès d'eau,
- Mise en œuvre soignée pour éviter le démélange des matériaux.
- Maintien d'une humidité assez longue (au moins une semaine) pendant la prise.

L'étanchéité peut être améliorée par des produits hydrofuges incorporés à l'eau de gâchage :

Le savon noir et l'hydrate de chaux améliorent la maniabilité du béton.

Le plastiment permet de réduire la quantité d'eau, ce qui améliore la résistance et la compacité.

Le chlorure de calcium maintient une certaine humidité dans le béton, d'où diminution du retrait et du danger de fissuration.

L'asphalte en poudre améliore l'élasticité et la compacité du béton, mais diminue considérablement sa résistance.

Le plus souvent l'étanchéité apparente pourra être obtenue, à bien moins de frais, en recherchant un ballast convenablement gradué, en majorant quelque peu le dosage en ciment et en soi-

gnant la mise en œuvre du béton à la consistance pâteuse.

L'efficacité des hydrofuges est toujours incertaine, en raison des malfaçons locales possibles.

L'imperméabilité absolue ne peut être obtenue que par un revêtement superficiel. Ce dernier doit conserver son élasticité quelles que soient la température, l'humidité et les dilatations du béton.

Les divers procédés d'obturation des pores de la surface du béton sont économiques, mais leur efficacité dure peu. Ils doivent être appliqués sur un béton parfaitement sec.

Les enduits au ciment manquant d'élasticité. Leur efficacité est augmentée s'ils sont munis d'un treillis métallique. Les enduits appliqués au canon à ciment (gunité) sont caractérisés par une excellente adhérence et par une grande compacité qui leur confère une étanchéité remarquable.

Les chapes à base d'asphalte de 10 à 20 $\frac{m}{m}$ d'épaisseur assurent une étanchéité absolue. Le bitume est plus sensible aux variations de température. Les enduits à base de goudron sont facilement détruits par le gel.

L'étanchéité des toits plats peut aussi être obtenue au moyen de carton bitumé à l'intérieur duquel on met parfois une feuille d'aluminium de 1/10 $\frac{m}{m}$ d'épaisseur.

L'étanchéité apparente ou relative est suffisante pour la plupart des ouvrages du génie civil, tandis que l'étanchéité absolue est nécessaire pour les toitures, terrasses, caves, chapes des ponts. On ne peut réaliser l'étanchéité absolue que par un revêtement spécial.

J. BOLOMEY,

Bulletin Technique de la Suisse Romande,
20 juin — 4 juillet 1936.

Note sur l'écoulement de l'eau dans un canal à profil complexe

Dans le numéro de mai 1936 des *Annales des Ponts et Chaussées*, M. Hégly, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, décrit les expériences, faites par le Laboratoire du Sauley à Metz, pour déterminer la répartition des vitesses de l'eau dans les différentes parties d'une même section d'un canal à profil complexe.

Des prises d'eau sur la Moselle permettent d'utiliser un débit de 1,2 à 2 $\frac{m^3}{s}$ par seconde. Des canaux ont été construits aux échelles de 1/20 et 1/50.

Le canal au 1/20 a une longueur de 184 m. Sa largeur est de 7 m. 64 en gueule. Il a la forme d'un double trapèze dont les plafonds ont 1 m. 65 de large dans la partie profonde et 2 m. 75 dans la partie plate. Les talus ont une pente 2: 1. La pente est de 0,00082

Le canal au 1/50 a une longueur utilisable de 215 m. La forme de sa section transversale est exactement celle du canal au 1/20, avec des dimensions réduites dans le rapport 2/5.

On construisit successivement deux canaux-courbes au 1/50, l'un ayant sa partie profonde du côté concave, l'autre ayant sa partie

profonde du côté convexe. Le rayon est de 70 m. qui correspond à un rayon de 500 m. sur un canal en vraie grandeur.

La mesure des débits était faite aux déversoirs de jaugeage. La mesure de vitesse était faite avec un tube de Pitot. Comme les vitesses variaient de 3 à 44 cm/sec., il aurait été impossible de faire des lectures avec la planchette manométrique placée verticalement. Aussi a-t-on incliné celle-ci de 4°5. Cette méthode de mesure est très précise, mais demande de grandes précautions. Le moulinet Ott a également servi pour les vitesses supérieures à 7 cm/sec.

Les expériences ont été faites avec des débits variables allant d'un débit tel que la partie profonde du canal était seule utilisée jusqu'au régime maximum. On a fait varier les parois depuis la surface lisse, jusqu'à la surface recouverte de gros galets.

Des flotteurs ont permis de suivre l'écoulement de la veine supérieure.

L'auteur tire de ces expériences des conclusions sur l'écoulement de l'eau dans les diverses conditions.

La sous-station automatique de traction d'Argenteuil

sur les lignes électrifiées de la Banlieue Parisienne des Chemins de Fer de l'Etat

L'électrification de la ligne d'Argenteuil entre Bois-Colombe et Argenteuil nécessitait la construction d'une nouvelle sous-station en gare d'Argenteuil. Celle-ci représente donc la première sous-station de banlieue du réseau d'Etat, construite sur des données modernes.

Par économie, on a cherché à la faire de dimensions aussi réduites que possible, tout en plaçant les divers appareils dans l'ordre logique du schéma. Pour la sécurité du personnel, tout l'appareillage haute tension (15.750 V) est en matériel blindé, ainsi que celui à courant continu 700 V.

Le volume du bâtiment de la sous-station d'Argenteuil ne représente que 70 % du volume des bâtiments des anciennes sous-stations, comportant le même nombre de machines.

Le poste de sectionnement comprend un double jeu de barres, sur lequel peuvent être connectés 2 câbles en provenance du poste

de Nanterre, 2 câbles pour alimenter la sous-station d'éclairage, force et signalisation d'Argenteuil-Triage, 4 câbles en vue du prolongement de l'électrification sur Conflans, un jeu de barres à haute tension propre à la sous-station de traction.

La sous-station comprend 4 commutatrices hexaphasées de 1.000 KW à 700 V et 4 départs pour l'alimentation des voies. Son fonctionnement est automatique. Le premier groupe, dit groupe pilote, est mis en marche ou arrêté de la gare voisine par une horloge. En cas de surcharge, le deuxième, puis le troisième groupe se mettant en marche. Ils s'arrêtent lorsque les charges diminuent.

Les départs s'enclenchent automatiquement, ils se réenclenchent après un déclenchement, mais se bloquent après 3 tentatives si le court-circuit persiste.

P. VINSON,
La Traction Electrique, avril 1936.

Le nouveau transport d'énergie à 220.000 volts du Rhin et des Alpes à Paris

Le premier câble souterrain à 220.000 volts

Le nouveau transport d'énergie du Massif Central à Paris, installé en grande partie par la Compagnie du Chemin de Fer Paris-Orléans est constitué par 2 lignes ayant une capacité unitaire de 120.000 KVA.

Elles partent du poste de Marèges, passent aux postes d'Eguzon et de Chaingy, et aboutissent au poste de Chevilly.

Le nouveau transport d'énergie du Rhin et des Alpes à Paris comprend une ligne partant de Kembs et une ligne partant du poste Henri-Paul, près du Creusot, qui se réunissent au poste de Crenoy près de Troyes. Du poste de Crenoy à Saint-Denis, il n'y a plus qu'une seule ligne, d'une capacité de transport de 150.000 KVA.

Une particularité de ce transport est que, pour la traversée de la banlieue de Paris, entre Clichy-sous-Bois et Saint-Denis, on a installé le premier câble au monde à 220.000 volts, sur une longueur de 20 km.

Le poste Henri-Paul reçoit l'énergie des Alpes, celle de Chancy-Pouigny et Cize-Bolozon, celle de l'usine de Châlon-sur-Saône, ainsi que celle du Centre (Montluçon, Truyère).

Le poste de Crenoy possède un compensateur synchrone pouvant fournir en 2 secondes une puissance réactive de 40.000 KVA, pour maintenir le synchronisme entre les alternateurs, en cas de défaut sur la ligne.

Le câble souterrain allant de Clichy-sous-Bois à Saint-Denis, est du type Pirelli à huile fluide. A la suite d'essais concluants effectués sur des tronçons de câbles de 200 m. de longueur, cons-

truits par les licenciés de la Société Pirelli, on plaça 3 câbles unipolaires de 19 km. de longueur.

Le câble est constitué par un conducteur de 350 m/m² formé de fils de cuivre de 2,3 m/m de diamètre enroulés autour d'un conduit central de 13 m/m de diamètre obtenu en enroulant en hélice un ruban d'acier de 0,6 x 6 m/m. Ce conduit sert au passage de l'huile. Le diamètre extérieur du conducteur est de 28 m/m.

Autour du conducteur est enroulé du papier sur une épaisseur de 24 m/m ce qui donne un diamètre de 76 m/m. Après séchage sous vide, le câble reçoit une gaine ou plomb de 3,2 m/m d'épaisseur, recouverte de 2 frettes, en ruban de bronze, enroulées en sens inverse et séparées par de la toile imprégnée. Ensuite viennent une seconde gaine de plomb de 2,5 m/m d'épaisseur et des filins en jute asphalté. Le diamètre extérieur du câble est de 96 m/m.

Le câble est construit par tronçon de 200 m. de longueur. En plus des boîtes de jonction normales des tronçons, il y a tous les 800 à 1.000 m. une boîte d'arrêt pour interrompre le circuit de l'huile.

L'huile est maintenue sous pression dans le câble au moyen de réservoirs spéciaux contenant 33 cellules déformables, hermétiquement closes et remplies d'air, destinées à compenser les variations de volume de l'huile du câble. Ces réservoirs d'expansion sont placés à la partie haute. Un réservoir d'alimentation est à la partie basse.

Jacques DUMAS
Le Génie Civil, 11 juillet 1936.

L'Industrie hydro-électrique française. — Origines, Evaluation, Etat actuel

Bien que l'emploi de l'énergie hydraulique fut connu depuis fort longtemps, il faut attendre les travaux de Burdin (1826), Fourneyron (1827), Fontaine (1839), Jouval (1841), Girard (1851), Kœcklin pour voir apparaître la turbine moderne.

Aux hydrauliciens il faut unir : Hippolyte Fontaine (1833-1910) auquel on doit le premier transport de force par dynamo Gramme à Vienne en 1873 ; Marcel Desprez (1843-1918) qui transporta, en 1882, de la force de Miesbach à Munich, distant de 57 km. ; Lucien Gaulard (1850-1888), créateur du transformateur à courant alternatif.

En 1863, Joya installa chez MM. Vicat et Cie, à Uriage, la pre-

mière conduite forcée en tôle d'acier sous 80 m. de pression. Depuis les installations sous l'impulsion des pionniers Matussière, Bergès, Frédet, se multiplient.

La période de 1900 à 1914 est caractérisée par le développement continu des réalisations en nombre et en importance ainsi que par le progrès constant de la technique.

L'utilisation des lacs de haute montagne, comme régulateur d'énergie vient de Bergès qui en 1897 a percé le lac Crozet.

En basse chute, M. Ruellet crée, en 1901, l'usine de Jonage, près de Lyon, utilisant le Rhône sous une chute de 11 à 13 m.

Pour régulariser les usines au fil de l'eau, on songea à créer

des barrages de retenue : ce fut d'abord en 1902, le barrage de la Sioule, d'une hauteur de 32 m., créant une retenue de 5.000.000 m³ et alimentant une centrale de 11.000 CV.

Dès 1905 les transports de force commencent à s'étendre ; les tensions s'élèvent progressivement à 60, 90, 120, 150 KV.

Cette nouvelle industrie hydro-électrique a dû avoir son statut administratif, juridique et social. Les premiers artisans de cette œuvre ont senti le besoin de se grouper pour l'amélioration de la technique et de la défense de leurs intérêts. Ainsi est né à Grenoble, le 15 janvier 1901, le Syndicat des Propriétaires et Industriels possédant ou exploitant des Forces Hydrauliques, devenues plus tard la Chambre Syndicale des Forces Hydrauliques de l'Electrometallurgie et de l'Electrochimie.

Au point de vue pédagogique c'est Grenoble qui fit le premier geste en organisant en 1892, un cours municipal d'Electricité In-

dustrielle, confié au professeur Janet, qui a donné naissance à l'Institut Electrotechnique de Grenoble.

En 1882, il y avait 58.000 CV aménagés dans les Alpes, en 1914 la puissance installée était de 750.000 CV. En 1918, la puissance hydraulique atteignait 1.700.000 CV, en 1930, 2.300.000 CV.

Enfin en 1935, le bilan de l'industrie hydro-électrique était le suivant :

Puissance installée	3.200.000 KW
Production annuelle	7.200.000.000 Kwts
Capitaux investis	13 milliards de francs

La capacité de transports du réseau à haute tension est de 3 milliards de Kwts.

G. A. MAILLET.
Technica, Mars 1936.

Résolution graphique de problèmes concernant la traction électrique

L'ingénieur s'occupant de traction électrique a fréquemment à rechercher la possibilité d'augmenter la vitesse des trains, tout en utilisant le matériel dont il dispose, ou de transférer sur des voitures plus lourdes ou plus modernes des moteurs que les circonstances économiques ne permettent pas de remplacer, ou encore d'affecter à un service nouveau des équipements conçus pour un service différents.

L'application des formules classiques ne présente aucune difficulté, mais c'est un calcul long et fastidieux. M. Poplimont, pro-

fesseur à l'Ecole Polytechnique de Bruxelles, donne dans le numéro de juillet 1936 de la *Revue* de cette école, une méthode graphique, permettant de déterminer d'abord les espaces parcourus, le diagramme des vitesses se dessinant, soit en même temps, soit ultérieurement. Les résultats sont obtenus avec une approximation bien suffisante.

Les courbes d'espaces parcourus et de vitesses peuvent être complétées par une courbe des intensités du courant absorbé.

Le réseau français d'interconnexion

La production d'électricité dans la région du Nord et de l'Ouest de la France était réalisée, il y a vingt ans, par une multitude de petites centrales thermiques. La concentration de la production dans des usines puissantes a permis de réduire le prix de revient.

En plus de l'amélioration des conditions de production, par l'emploi d'un outillage perfectionné. Enfin la concentration permet de profiter de la non simultanéité des demandes de la clientèle. A Paris, deux quartiers n'ont pas les pointes aux mêmes heures.

Evidemment les frais des réseaux sont augmentés puisque les lignes de transport sont plus longues. Un accident d'usine entraîne l'arrêt de la production qui intéresse un nombre plus considérable d'abonnés ; mais heureusement ces accidents sont moins probables.

Au point de vue hydraulique, on a relié les usines ayant des régions différentes : dans les Alpes, le régime des hautes eaux se trouve au printemps et en été ; au contraire, le Massif Central, le Jura, les Vosges ont une période de basses eaux en été.

La compensation n'est pas toujours possible et les usines thermiques viennent heureusement compléter la production hydraulique et il est même arrivé que l'installation d'une centrale hydraulique ait eu pour conséquence la réouverture d'une mine de charbon abandonnée, pour alimenter l'usine thermique de secours.

Avec la crise on a cherché à utiliser au maximum les centrales

hydrauliques, dont les frais d'exploitation sont à peu près indépendants de la charge, tandis que l'arrêt des centrales thermiques économise le charbon.

Le réseau d'interconnexion est devenu en fait un réseau de répartition de l'énergie hydraulique.

A l'heure actuelle, ce réseau est ainsi réparti :

Une double artère à 150 KV dessert les Pyrénées, allant de Bordeaux à Toulouse, d'où elle est reliée au Massif Central.

Une série de lignes à 150 KV relie les Alpes à la région lyonnaise et à St-Etienne.

Une quadruple ligne à 90 et 220 KV apporte à Paris l'énergie du Massif Central.

La Truyère est reliée par St-Etienne aux Alpes et au littoral méditerranéen.

Deux lignes à 150 KV relient le Massif Central à Angers et à Nantes.

Deux lignes à 220 KV relient les Alpes au Creusot et à Paris et reçoivent à Troyes l'énergie de Kembs sur le Rhin.

PEPINIER.

La Revue Industrielle, Juin 1936.