

Aux premiers essais faits à Domnarfvet sur le four de Grönwall, il avait fallu 3 181 kilowatts-heure par tonne de fonte, alors qu'à Trollbättan, il a suffi de 2 391 kilowatts-heure. En d'autres termes, on a obtenu 3,66 tonnes de fonte par kilowatt-an, contre 2,76 tonnes obtenues à Domnarfvet.

La consommation d'électrodes est descendue de 8 kilogrammes par tonne à 5 kg. 27, par contre la consommation de combustible a augmenté, passant de 354 kg. à 418 kilogrammes par tonne de fonte. Ces résultats sont dus à l'augmentation des dimensions du four.

USURE DE LA VOÛTE DU CREUSET. — La voûte du four s'est très bien comportée et n'a nécessité que deux réparations de quelque importance. Elle est portée à haute température au voisinage des électrodes, mais la circulation de l'air la refroidit suffisamment pour qu'elle ne soit pas détériorée. La voûte se serait probablement mieux comportée si l'on eût toujours pu marcher avec deux phases. Lorsqu'une seule phase est en service, le chauffage de la voûte est irrégulier et c'est alors que se produisent les dégradations.

La pression des gaz dans le creuset est de 200 millimètres d'eau et de 185 à 190 millimètres au guculard.

TENSION ET INTENSITÉ DU COURANT. — La tension des deux phases a varié entre 59 et 107 volts ; l'intensité a varié entre 9 700 et 16 800 ampères ; la puissance mise sur le four a varié de 739 à 2 063 kilowatts.

ENTRETIEN DU FOUR. — Il a suffi de 18 heures sur 5 mois pour réparer les dégâts survenus au creuset. Ses dimensions ont paru satisfaisantes. Une épuration des gaz de circulation serait très avantageuse.

Il vaudrait mieux employer six électrodes que quatre et utiliser du courant triphasé.

Nous verrons dans un prochain article quelles économies on peut espérer réaliser sur les dépenses relevées au cours de cette longue série d'essais.

(A suivre.)

F. CHARLES,

Ingenieur Electrometallurgiste.

ANALYSES DES FONTES					ANALYSES DES LAITIERS									
C	Si	Mn	S	P	SiO <sup>2</sup>	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	TiO <sup>2</sup>	FeO	MnO	CaO	MgO	CaS	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	Degré d'acidité (1)
»	0,39	0,77	0,005	0,017	37,90	5,20	2,24	0,68	0,54	35,78	18,49	0,081	0,011	1,31
3,09	0,05	0,14	0,007	0,021	43,44	3,46	2,51	4,23	4,46	26,15	14,99	0,014	»	1,67
3,44	0,07	0,17	0,019	0,022	44,56	1,40	2,60	2,49	3,32	24,61	19,05	0,043	traces	1,60
3,76	0,16	0,36	0,012	0,015	44,02	3,46	2,20	4,70	3,55	26,11	24,97	0,034	»	1,73
3,26	0,20	0,29	0,015	0,016	42,18	4,78	5,12	1,32	1,35	26,20	16,98	0,036	»	1,79
3,00	0,19	0,10	0,017	0,022	37,88	7,84	0,36	0,99	0,08	27,94	23,55	0,221	»	1,36
3,20	1,02	0,43	0,017	0,017										
3,20	0,12	0,22	0,024	0,013										

(1) L'alumine est comptée comme acide.

Fonte et laitier. — On a donné l'analyse des fontes de 406 coulées. La composition en est assez régulière. La teneur en carbone varie entre 2,4 pour 100 et 4,5 pour 100 et se tient en moyenne entre 3,5 et 4 pour 100. La teneur en phosphore va de 0,010 à 0,024, celle en soufre de 0,002 à 0,015. Pour les coulées de la 3<sup>e</sup> période, la teneur en soufre atteint de 0,020 à 0,028 pour 100 ; la teneur en manganèse va de 0,07 à 0,46 pour 100 suivant le minerai employé. Le silicium a été dosé de 0,06 à 0,030 pour 100, mais certaines coulées en ont renfermé jusqu'à 1 et 1,74 pour 100.

En février, la température de la fonte a varié entre 1 270° et 1 380° ; pendant le mois d'avril, elle est restée inférieure à 1 300°. La température des laitiers a varié de 1 290° à 1 470°, restant, d'une façon générale, à 100° au-dessus de celle de la fonte.

On peut modifier la composition de la fonte en réglant la charge de carbone, on peut la corriger en introduisant du charbon de bois dans le creuset par des ouvertures ménagées dans la voûte à cet effet.

Composition. — VITESSE ET POUVOIR CALORIFIQUE DES GAZ. — Les prises d'essais du gaz ont été faites en huit points différents de la cuve, on a fait environ 1 850 analyses. La composition n'est pas la même au milieu de la charge que vers les parois du four.

CO <sup>2</sup>	O	CO	H	CH <sup>4</sup>	Az	Pouvoir calorifique
5,6	0,8	77,2	7,5	2,8	6,1	2950
12,6	»	71,9	13,0	1,7	0,8	2880
16,»	»	68,0	11,0	1,8	3,2	2900
23,2	»	62,8	7,8	1,9	4,3	2280

## HYDRAULIQUE

### CIMENTAGE DES CONDUITES FORCÉES

La protection des conduites métalliques est une question que les ingénieurs hydrauliciens ont étudiée depuis longtemps, car la durée de ces conduites, lorsqu'elles ne sont pas rongées par l'électrolyse, dépend beaucoup de leur résistance à la corrosion. Aussi, a-t-il été considéré souvent comme une bonne pratique de plonger les conduites dans un bain chaud de coaltar, d'huile de lin crue, ou de tout autre matière analogue. L'année dernière, un revêtement intérieur en ciment portland a été employé par le Service Métropolitain des Eaux de Boston, et par celui des Eaux de New-York, pour des conduites métalliques de grand diamètre. L'emploi d'un revêtement intérieur en ciment comporte, en effet, un double avantage. Il ne forme pas seulement une sorte de peinture permanente pour l'acier, mais encore il contribue à augmenter le débit en diminuant la résistance à l'écoulement.

Au début, on a fort critiqué ce dispositif. On a objecté notamment qu'il serait impossible d'obtenir partout une adhérence complète du métal et du mortier, qu'il se formerait de minces vides par où l'eau pénétrerait à la longue, et viendrait ronger le métal. Or, dans une communication présentée à la *New-England Water-Works Association*, M. FLINN, ingénieur au Service des Eaux de New-York, a indiqué que, en effet, on n'obtient pas partout une adhérence parfaite, ainsi qu'on peut s'en assurer en frappant les conduites avec un marteau, mais que, en réalité, le vide interca-

laire était infinitésimal, et que la protection de la conduite restait assurée.

On fit à ce sujet les expériences suivantes : on recouvrit des tôles d'acier avec des dalles en béton, en laissant un espace intercalaire de 1 millimètre, et on les immergea dans l'eau pendant deux ans. On ne constata qu'une très légère corrosion. M. Flinn en conclut que le béton conserve ses propriétés protectrices même quand le contact n'est pas parfait. Enfin, des tôles témoins, en contact intime avec le béton, n'accusèrent aucune attaque, sauf toutefois aux extrémités<sup>(1)</sup>.

CONDUITE DE BOSTON. — L'une des nouvelles conduites principales du Service des Eaux de Boston traverse une colline au moyen d'un tunnel sous pression. A chaque extrémité, la canalisation est constituée par une conduite en tôle d'acier, de même diamètre que le tunnel, qui est disposée dans une tranchée, et qui se raccorde ensuite avec le reste de la canalisation, qui est en fonte, et de plus petit diamètre. Ce sont ces deux tronçons d'extrémité, d'une longueur totale de 110 mètres, qui ont été revêtus, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, d'une couche de mortier de ciment.

La conduite métallique a un diamètre de 2 m. 03, et le revêtement intérieur a une épaisseur de 50,8 millimètres. On commença par le revêtement extérieur, de 152,4 millimètres d'épaisseur, qui ne présenta rien de particulier, sinon que l'on prit soin de contreventer l'intérieur, afin de conserver à la conduite une forme rigoureusement circulaire pendant le bétonnage. On procéda ensuite au garnissage intérieur.

On commença par décaper le métal au moyen d'un jet de sable (comme on l'avait fait d'ailleurs pour l'extérieur), et on appliqua un badigeonnage au lait de ciment. Puis on monta un moule amovible de 4 m. 28 de longueur utile, laissant entre lui et la conduite juste l'épaisseur du revêtement. Au moyen de trous ménagés dans la conduite métallique et dans son revêtement extérieur, et espacés de 1 m. 07, on fit couler, de l'extérieur, du mortier de ciment, dosé à 1 de ciment pour 2 de sable, jusqu'à ce que tout le vide fut comblé sous une pression de 1 m. 22 de mortier. Sur une longueur de moule, deux des trous servaient à couler le mortier, les deux autres à évacuer l'air. Des hommes, armés de maillets, se tenaient à l'intérieur du moule et frappaient sur celui-ci pour agiter le mortier et chasser l'air, de manière à obtenir un contact aussi parfait que possible avec le métal de la conduite. Après 24 heures de prise, on démontait le moule.

Ce cimentage des conduites de Boston, tant pour le revêtement extérieur que pour le revêtement intérieur, a coûté 5,5 dollars le pied courant, soit environ 94 fr. le mètre.

CONDUITES DE NEW-YORK. — Il s'agit de siphons métalliques, de 2 m. 75 de diamètre intérieur, installés en certaines dépressions que doit traverser la canalisation, dite aqueduc de Catskill, qui amènera à New-York les eaux du nouveau réservoir d'Ashokan, actuellement en achèvement. Ces siphons ont reçu un revêtement extérieur et un revêtement intérieur.

Lorsque le rivetage des siphons eut été fini, ceux-ci furent remplis d'eau à la pression de service, puis on procéda au revêtement extérieur. Celui-ci a 152,4 millimètres d'épaisseur et est composé de 1 partie de ciment, 3 parties de sable

et 6 parties de pierraille ou gravier. Lorsque ce revêtement eut fait prise, on vida les siphons pour exécuter le revêtement intérieur de 50,8 millimètre d'épaisseur.

Sur une partie des siphons, on commença par faire le revêtement à la base, sur deux septièmes de la circonférence seulement, comme s'il s'agissait d'un radier ordinaire. Puis on garnit le reste avec un moule démontable, de 4 m. 57 de longueur, composé de panneaux de bois recouvert de métal. Le mortier était coulé du dehors au moyen d'un tuyau passant à travers la conduite par un trou de rivet, et aboutissant à l'extrémité aval du moule. L'air était chassé par le mortier au fur et à mesure que celui-ci bouchait le vide, et sortait par un tuyau ménagé à l'extrémité amont. Une pression de 1 m. 22 de mortier était maintenue au-dessus du sommet du revêtement. La première moitié du mortier est dosée à 1 de ciment pour 1 de sable ; la seconde moitié est moitié moins riche.

Sur une autre partie des siphons on a employé le procédé dit du *cement gun* (canon à ciment), qui présente une certaine analogie avec celui de la peinture à l'air comprimé.

Par ce procédé, un mélange sec de ciment et de sable est lancé par l'air comprimé à travers une buse de distribution. A l'intérieur de cette buse, un petit tuyau amène de l'eau sous pression, qui se mélange avec le ciment et le sable immédiatement avant la sortie de la buse. Ce mélange est projeté avec force contre les parois à garnir, y adhère et forme un revêtement d'une épaisseur variable à volonté. Un dispositif spécial permet de régler l'arrivée de l'eau, du sable ou du ciment.

A Catskill, on commença par faire le radier inférieur, comme avec l'autre procédé, puis on termina le revêtement avec le *cement gun* en formant une série de couches successives, de 1 à 2 millimètres d'épaisseur chacune.

Avec ce procédé, par suite de la force avec laquelle le mortier est projeté contre les parois, il semble qu'on évite toute espèce de vide, et que le mortier adhère parfaitement à la paroi. Par contre, la dernière couche est encore rugueuse, et il faut la lisser. En outre, ce procédé provoque la formation de poussière à l'intérieur du tuyau, ce qui oblige à ventiler. Aussi, malgré ses avantages, l'entrepreneur qui l'avait employé au début l'abandonna ensuite comme trop coûteux.

M. P.

## VANNES DE CONTROLE DU DÉBIT DE L'AQUEDUC DE CATSKILL

Ces vannes servent à régler le débit de l'aqueduc de Catskill, qui amène à New-York les eaux du nouveau barrage-réservoir d'Ashokan<sup>(1)</sup>. Elles sont montées à l'extrémité des conduites sous pression qui viennent du réservoir, et distribuent l'eau à l'aqueduc proprement dit qui, lui, est à écoulement à l'air libre. Cet aqueduc a été prévu pour un débit journalier de 500 millions de gallons (1 893 000 mètres cubes par jour, ou 22 mètres cubes par seconde).

Ces vannes sont du type à aiguille, analogue à celui employé pour le réglage des roues-turbines du genre Pelton. Elles fonctionnent sous une pression qui varie de 26 mètres à 30 m. 50, suivant la hauteur de l'eau dans le réservoir. Leur poids est de 19 tonnes<sup>(2)</sup>.

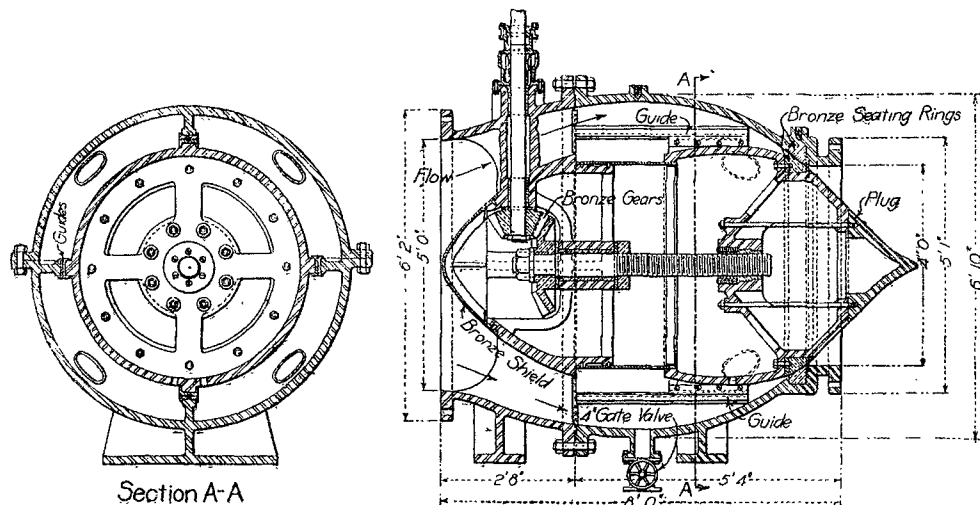
<sup>(1)</sup> On trouvera de plus amples détails sur ce qui suit, dans l'*Engineering Record* des : 1<sup>er</sup> juillet 1911 (*cement gun*), 16 septembre (Aqueduc de New-York), et 28 octobre (Aqueduc de Boston).

<sup>(1)</sup> Voir *La Houille Blanche* de novembre 1907.

<sup>(2)</sup> D'après l'*Engineering Record* du 9 septembre 1911.

Le tampon-valve (*plug*) est en acier coulé, ainsi que l'enveloppe. Il se déplace horizontalement de 0 m. 61, guidé par 4 glissières en bronze. Il est entraîné dans son mouvement par une vis, actionnée elle-même, au moyen d'un train d'engrenages d'angle (*gears*) en bronze manganésé, par un arbre vertical qui est commandé par un moteur électrique de 5,5 kilowatts.

Le siège de la valve est constitué par un anneau (*sealing ring*) en bronze, sur lequel vient appuyer, au moment de l'obturation complète, un anneau analogue, monté sur le tampon. Un petit robinet de vidange, représenté au bas de la figure ci-jointe (*4" gate valve*), permet de mettre la vanne



à sec, même au cas où le tampon serait bloqué en charge. Une sorte de bouclier (*shield*) en bronze est installé en avant du train d'engrenages, pour le protéger contre le courant (*flow*) de l'eau.

Les moteurs électriques qui commandent chacune de ces vannes sont à contrôle automatique. Ils marchent à leur pleine vitesse, jusqu'à ce que le tampon-valve soit à un pouce (25,4 mm.) de sa position de fermeture complète. A ce moment, une résistance est automatiquement introduite dans le circuit, de manière que la valve vienne appuyer sur son siège pour ainsi dire sans vitesse. Le moteur est alors déconnecté.

Ces vannes ont été construites par la *Ogden Iron & Steel Manufacturing Co.*, de New-York, sur les plans des ingénieurs du Service des Eaux de New-York. Leurs dimensions principales (en pieds de 0 m. 3048) sont indiquées sur la figure ci-jointe.

M. P.

## HYDROLOGIE

### LES ÉTUDES GLACIOLOGIQUES DANS LES ALPES

Tous ceux qui visitent Lyon en été ne manquent pas d'être frappés de la différence complète de régime entre le Rhône et la Saône. Le Rhône, alimenté par la fonte des neiges et des glaciers, roule à pleins bords ses flots bleus et limpides, tandis que la Saône, qui tarirait presque entièrement sans ses barrages de retenue, ne contient plus dans le fond de son lit qu'un peu d'eau trouble et malodorante. Et que deviendraient en été, la plupart des forces déjà captées partout dans les Alpes, et celles que les projets de barrages du

Haut-Rhône récemment exposés (1) se proposent de capter, si les glaciers venaient à disparaître ?

On peut donc dire que glaciers et houille blanche sont presque synonymes, et que toute recherche relative aux premiers constitue en même temps une prospection de la seconde.

Aussi sommes-nous certain d'intéresser nos lecteurs en leur présentant un résumé et un commentaire de quelques études récentes concernant les glaciers de la région des Alpes.

Un mot d'historique s'impose tout d'abord. Non pas que nous puissions donner ici une bibliographie complète de la glaciologie alpestre — un volume entier n'y suffirait pas, — mais nous devons, tout au moins, rappeler les noms des principaux glaciéristes auxquels la science et l'industrie sont redevables des résultats acquis : les Th. de Saussure, Agassiz, Desor, Charles Martins, Ch. Grad, Dollfus-Ausset, Fr. Schrader, Ch. Durier, Payot, A. Forel, Vallot, J.-A. Favre, Prince Roland Bonaparte, W. Kilian, G. Flusin, Ch. Jacob, C. Bernard, Ch. Rabot, Douxami, P. Mougins, Penck, Ed. Brückner, Mercanton, Reid, E. Muret, Hess et Blümcke, etc.

Au milieu de cette pléiade de savants brille, d'un mérite tout spécial, l'éminent professeur de géologie de l'Université de Grenoble, M. W. Kilian, qui, soit par ses travaux personnels, soit par ceux qu'il a suscités ou encouragés, a fait faire tant de progrès à la géologie et à l'hydrologie alpines.

Une *Commission internationale des glaciers*, présidée par le professeur Ed. BRÜCKNER, de Vienne, publie chaque année un rapport sur les variations périodiques des glaciers.

D'autre part, depuis 1906, paraissent, à Berlin les *Zeitschrift für Gletscherkunde*, magnifique publication trimestrielle où sont relatés tous les travaux glaciologiques.

Enfin, il existe, depuis une quinzaine d'années déjà, au Ministère français de l'Agriculture, un *Service d'études des grandes Forces hydrauliques*, dont « La Houille Blanche » a déjà plusieurs fois entretenu ses lecteurs, et qui se préoccupe, entre autres questions, de l'étude des réserves accumulées dans les glaciers des Alpes de Savoie et du Dauphiné.

Parmi les volumes qu'a publiés la Direction de l'Hydraulique et des Améliorations Agricoles dont dépend ledit *Service d'Etudes*, nous signalerons le suivant : *Etudes glaciologiques dans le Tyrol autrichien et dans le massif des Grandes-Rousses*, imprimé en 1909 et distribué il y a quelques mois seulement.

Dans l'avant-propos de ce volume, M. R. de LA BROUSSE, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et du Service d'études des Forces hydrauliques, fait remarquer que « l'étude des réserves solides des glaciers n'est pas moins utile que celle des réserves liquides des lacs... L'action fécondante d'un glacier apparaît au moins égale, sinon supérieure, à

(1) V. *Projet de captation du Haut-Rhône français* : 1° *Le barrage de Génissiat*, par M. MAURICE LUGNON ; 2° *Production et transmission de l'énergie*, par M. DE VALBREVÈZE (*La Houille Blanche*, n° de juillet et d'août 1911).

*Aménagement du Haut-Rhône français : Bellegarde et Malpertuis*, par MM. P. MAUVERNAV, G. COUTAGNE et A. MARTEL (*Ann. de la Soc. d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon*, 1911).