

Les rotors bobinés de moteurs d'induction s'essaient à une tension égale à 2,5 fois celle induite au moment du démarrage.

Toutes les machines et appareils doivent pouvoir supporter une augmentation de tension de 30 % pendant 5 minutes. La manière d'appliquer la tension est indiquée en détail dans le texte ainsi que les conditions de relevé des chiffres relatifs au rendement, et les diverses méthodes à employer. Ce sont :

La méthode de marche à vide et de court-circuit pour les transformateurs, — pour les machines, les méthodes électriques directes et indirectes, les méthodes mécaniques directes et indirectes, — la mesure des pertes par la méthode de marche à vide ou par l'entraînement à l'aide d'un moteur auxiliaire (méthode du moteur taré).

Le coefficient de régulation d'un générateur, sous le rapport de la tension, s'entend comme la variation en pour cent aux bornes du réseau quand la charge est brusquement supprimée en supposant qu'il ne se produit concurremment aucune variation des conditions du circuit d'excitation, qui sont supposées les conditions normales, ni de la vitesse qui est également supposée avoir la valeur normale.

On recommande d'observer autant que possible les valeurs « normales » suivantes :

Fréquence : 50

Nombre de pôles : accroissement par 2 jusqu'à 12.
ensuite par 4 jusqu'à 40.
ensuite par 8 jusqu'à 80.

Tension pour les machines à courant continu : 110 — 220 — 440 — 500 — 750 volts.

Tension pour les enroulements primaires, moteurs et transformateurs à courant alternatif : 120 — 220 — 380 — 500 — 1 000 — 2 000 — 3 000 — 5 000 — 6 000 volts.

Enfin le texte est accompagné d'une planche de schémas types pour les couplages des transformateurs triphasés (Voir figures ci-jointes).

P. BOURGUIGNON.

RESSOURCES HYDRAULIQUES DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

Lorsque le voyageur quittant la vieille Europe parcourt pour la première fois l'Amérique, l'Asie ou l'Afrique, il est toujours très vivement frappé par l'importance et la largeur des fleuves qui drainent leurs plaines immenses. L'Europe, en effet, au relief tourmenté, profondément découpée par la mer, ne présente, sauf en Russie, aucun bassin hydrographique très vaste, et les rivières qui l'arrosent semblent bien faibles quand on les compare aux immenses fleuves qui, comme l'Amazone, le Congo ou le Mississipi, drainent des contrées plusieurs fois grandes comme la France.

Je me rappelle l'impression profonde que j'ai ressentie à la vue du Gange, du Yang-Tsé-Kiang, du Saint-Laurent, et de bien d'autres sillonnés sur des centaines de kilomètres par de grands navires de 10 à 15 000 tonnes. Ces fleuves majestueux, larges parfois de plusieurs kilomètres, roulent une masse d'eau énorme, et jusqu'à présent bien peu de chose a été fait pour améliorer les conditions de la navigation et surtout pour utiliser la puissance hydraulique énorme qu'elles pourraient produire.

En France, le *Service des Grandes Forces hydrauliques* dont tous les ingénieurs hydrauliciens suivent avec le plus

grand intérêt les travaux si utiles et conduits avec une méthode et une précision qu'on ne saurait trop louer, a déjà fixé les points essentiels, et il ne lui reste plus qu'à compléter le programme tracé et à terminer l'étude de nos ressources hydrauliques. La plupart des pays de l'Europe ont constitué également des services chargés de faire ce travail que des particuliers ne pourraient conduire avec la continuité et l'ampleur nécessaires. Comprenant les services que cette étude peut rendre, le Gouverneur de la province de Québec a institué en 1910 une *Commission du Régime des Eaux courantes de Québec*.

Cette Commission a eu l'amabilité de nous envoyer son premier rapport, fortement documenté, qui étudie tout spécialement la rivière Saint-Maurice, l'un des affluents importants du Saint-Laurent. Nous extrayons de ce rapport quelques renseignements sur les très grandes ressources hydrauliques de cette province. Nous pensons que les notes qui vont suivre intéresseront nos lecteurs. Nous leur avons montré les installations hydrauliques de la Suède et de la Norvège (*La Houille Blanche*, N°s 4 et 7, 1908, S. Lubeck; N°s 10, 11, 12, 1910. J. Bally; N°s 1 et 2, 1911, de La Brosse; Etc), où ont été créées des usines colossales, pour la plupart utilisées à la fabrication électrochimique des nitrates; nous décrivons d'autre part très fréquemment les entreprises américaines qui se distinguent par la puissance des machines employées. On verra, par ce qui suit, que ces installations ne marquent vraisemblablement encore qu'un début dans la voie des entreprises grandioses dont on peut escompter la réalisation. Nous considérons chez nous, que l'aménagement du Rhône par exemple, est une œuvre d'une ampleur dépassant nos moyens; mais combien elle paraît modeste quand on la compare à celles que nos concurrents des pays neufs étudient. M. le professeur MATIGNON disait en terminant son remarquable travail sur le problème de la fixation industrielle de l'Azote que nous avons analysé dans les précédents numéros, que les procédés électro-synthétiques étaient limités par la difficulté de trouver des forces motrices suffisantes... Que ces procédés soient mis au point et nous verrons que des millions de chevaux peuvent y être affectés non seulement dans les pays dont nous allons parler ci-après, mais ailleurs encore.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Sur la foi des calculs établis par les soins de la *Commission de Conservation du Canada*, on évalue à 6 millions de chevaux-vapeur le chiffre total de la puissance hydraulique dans la seule province de Québec et encore beaucoup de personnes autorisées estiment que ce chiffre est trop faible. Dans le rapport qu'elle a fait paraître pour l'année 1911, cette Commission évalue à 300 000 HP la puissance mise en œuvre, chiffre qui actuellement devrait être porté à 400 000 surtout si l'on tient compte des travaux effectués sur la rivière Ottawa.

Les résultats acquis sont très encourageants, mais il serait facile d'augmenter ces ressources dans une notable proportion en régularisant le débit des rivières, qui présente une variation énorme suivant les saisons de l'année. Durant les hivers longs et froids du pays, les sources habituelles d'alimentation des rivières sont tarées par congélation, et le débit baisse d'une manière analogue à ce qui se produit dans des conditions exactement opposées dans les pays semi-tropicaux où la chaleur et la sécheresse amènent la période d'étiage en été.

Au Canada, la période d'étiage se produit au milieu de l'hiver. De plus, au pied des chutes et des cascades, aux points où il se rencontre une nappe tranquille, l'eau est for-

tement saturée de glace broyée qui gêne beaucoup le fonctionnement des turbines. Il serait nécessaire d'avoir une grande quantité d'eau, pour en utiliser une partie à chasser cette glace, juste au moment où elle fait le plus défaut.

Toutes les rivières de la province sont donc très irrégulières, seul le Saint-Laurent fait exception avec un écart qui ne varie pas de plus de 1 à 2, car il est régularisé par les Grands Lacs dont il est l'émissaire.

Il serait très facile de régulariser le plupart de ces rivières au moyen de barrages-réservoirs emmagasinant l'eau des crues. En effet, au Nord du Saint-Laurent, le bassin des Laurentides offre une suite presque ininterrompue de lacs encaissés entre des rives rocheuses escarpées et présentant des émissaires étroits où la construction de barrages serait très facile.

Ces travaux de régularisation du cours des rivières rendraient aux riverains des services inappréciables. Tout d'abord ce serait la fin des inondations redoutables, dont ils souffrent périodiquement, qui détruisent ou endommagent les routes, voies ferrées, ouvrages d'art, et font tort aux cultivateurs soit en ravinant profondément leurs terrains, soit en les couvrant de couches épaisses de sables et de cailloux.

Il faut y ajouter des avantages importants pour la navigation toujours gênée par les bancs de sable que les eaux, fortement limoneuses pendant les crues, laissent déposer quand le débit diminue. Au Canada, il se fait un flottage très important de billes de bois qui, abandonnées au courant dans les régions supérieures boisées de la rivière, descendent jusqu'au Saint-Laurent. Ces billes de bois, au moment des basses eaux, s'échouent sur les rives, les bancs de sables et restent immobilisées pendant toute une saison, d'où une perte très importante pour les marchands de bois, en marchandises perdues, et en intérêts par suite du capital bois immobilisé pendant de longs mois. Je ne parle pas des inondations occasionnées par ces billes de bois qui, aux basses eaux s'accumulent dans les endroits resserrés et forment des barrages qui plus tard s'opposent à l'écoulement normal des eaux.

Enfin, on accroîtrait, dans une notable proportion, par des barrages judicieusement construits, le débit utilisable des rivières pour les chutes d'eau. Il serait possible d'obtenir un débit d'étiage beaucoup plus important, d'où une réduction très sensible du capital-cheval engagé dans la construction des usines hydrauliques. On pourrait ainsi obtenir à des prix très avantageux l'énergie hydro-électrique, et il serait possible de réaliser l'électrification des chemins de fer. Outre les avantages économiques de cette solution, on diminuerait dans une large proportion les incendies de forêts occasionnés presque toujours par les étincelles et les escarbilles qui s'échappent des locomotives.

LA RIVIÈRE SAINT-MAURICE. — La rivière Saint-Maurice est l'un des plus grands affluents du Saint-Laurent dans lequel elle se jette à Trois-Rivières. Son bassin, en général, est très boisé, et parsemé de très nombreux lacs et étangs. La superficie du bassin hydrographique qui l'alimente est d'environ 41 800 kilomètres carrés.

Grâce aux installations hydrauliques qui furent établies ces dernières années, un certain nombre de centres industriels se sont créés ou merveilleusement développés. Citons seulement les grandes usines à papier de la *Laurentide Company Ltd* à Grand'Mère, les usines à pâte de bois de la *Saint-Maurice Industriel Co* à La Tuque, et beaucoup de petits établissements alimentés par les chutes de Shawinigan qui transportent l'énergie jusqu'à Trois-Rivières, Sorel et Mont-

réal. Ce développement industriel a provoqué la construction de nombreuses voies ferrées, la ligne de la Vallée du Saint-Maurice de Trois-Rivières à Grand'Mère, l'embranchement de la Tuque au Canadian Northern, enfin la construction du Transcontinental Northern qui traverse dans toute sa largeur le bassin du Saint-Maurice.

Les données sur le débit des rivières sont rares au Canada où les services hydrographiques viennent seulement de naître, néanmoins on possède les renseignements précieux fournis par la direction des chutes de Shawinigan qui, depuis 12 ans, ont fait des observations journalières. On y remarque que le débit du Saint-Maurice y a varié de 173 m³ à 5 650 m³. Le volume moyen des eaux atteint 790 m³, ce qui correspond, pour un bassin de 41 800 Km², à 126 litres par kilomètre carré. La moyenne annuelle la plus faible a été de 510 m³ avec un débit minimum de 175 m³.

NOM DE LA CHUTE Cascade ou Rapide	HAUTEUR de chute en mètres	DISTANCE entre points extrêmes	DÉBIT D'ÉTIAGE en m ³	PUISSANCE approxim. en HP d'étiage	Débit régularisé	PUISSANCE approxim. en HP après régularisation
La Loure.....	7,62	790	39,3	3 152	118	9 437
Cypres.....	2,28	305	45	1 081	131,50	3 159
Bouleau.....	1,89	182	45,2	900	132,50	2 628
La Montagne.....	9,60	305	45,8	4 520	134	13 382
Petits Rochers...	2,14	Cascade	46,1	1 064	134,50	3 106
Windigo.....	1 89	213	48	953	140	2 785
Chaudière.....	9,75	762	48,5	4 974	141,50	14 531
Weymontachang...	2,50	182	67	1 749	194,50	5 109
Cache.....	0,91	91	67,2	642	195	1 867
De l'Île.....	13,25	122	67,3	9 378	196	27 389
Du Rocher.....	2,95	46	67,5	2 094	196,50	6 118
Iroquois.....	3,78	910	67,6	2 689	197	7 851
Des Îlets.....	0,97	152	68	696	198	2 034
La Grâce.....	10,06	8 000	68,3	7 234	199	21 127
Demi-charges.....	0,76	76	68,4	548	200	1 602
Bonhomme.....	0,76	61	68,6	551	200,50	1 608
Bonne Femme....	0,70	61	69	508	202	1 488
Grands Cœurs....	27,38	1 610	69,2	19 980	202,50	58 353
Blanc.....	41,40	16 100	87,2	38 129	255	111 378
Trenche.....	0,64	91	97	654	353	1 910
Sans Nom.....	0,94	61	97,1	998	353,50	2 914
Vermillon.....	5,49	642	108	6 231	392	18 199
Sans Nom.....	3,90	305	108	4 435	392,50	12 655
La Tuque.....	26,80	Cascade	129,5	36 480	465	106 560
Croche.....	0,91	91	131	1 264	478	3 693
A la Cuisse.....	0,91	91	166	1 593	600	4 654
Manigonce.....	2,44	1 610	166,5	4 256	602	12 432
Les Piles.....	3,05	Cascade	170,3	5 471	620	15 979
Grand'mère.....	13,70	»	170,5	24 650	623	72 020
Les Hétras.....	5,18	Rapide	173	9 452	631	27 611
Shawinigan.....	41,05	Cascade	173	75 085	630	219 326
Les Grès.....	12,19	»	174	22 288	632	65 105
La Gabelle.....	3,05	Rapide	174,2	5 579	633	16 297
Les Forges.....	3,66	»	174,5	6 704	634	19 581
TOTAUX.....	264,50			306 408		894 198

Nous donnons dans le tableau ci-dessus les chiffres représentant les avantages résultant de la régularisation du Saint-Maurice pour les diverses chutes d'eau relevées sur son cours. La Commission des Eaux courantes admet dans ses calculs que 80 pour 100 de l'eau provenant de la réserve est utilisée, et que seulement 20 pour 100 se perd par infiltrations, congélation, etc.

A l'aide des données fournies par la *Shawinigan Water and Power Co*, on remarque que le débit du Saint-Maurice a été supérieur ou égal à 790 m³ pendant 3,89 mois en moyenne chaque année. Pour régulariser complètement la rivière il faudrait donc avoir un réservoir de 7,7 milliards de mètres cubes. Sans vouloir aller jusque là, les résultats

seraient encore très satisfaisants en admettant comme débit d'étiage 550 m³, qui est observé pendant 6,6 mois en moyenne. La réserve nécessaire serait alors réduite à 3,72 milliards de mètres cubes. Parmi tous les projets étudiés dans ce mémoire, celui qui a obtenu le plus de suffrages, est l'établissement, à La Loutre, d'un barrage créant une retenue d'eau de 4,55 milliards de mètres cubes et permettant de garder une réserve d'eau pour les années de sécheresse pendant lesquelles le débit moyen est réduit dans la proportion de 1 à 2.

LE BARRAGE. — A l'emplacement choisi, la nappe d'eau se trouvera exhaussée par le barrage à 14^m35 au-dessus du niveau des eaux basses, la hauteur maxima du barrage étant de 21^m35. Des vannes y sont prévues pour faire l'évacuation des eaux retenues ; elles permettront d'écouler 510 m³ par seconde. Enfin l'installation comporte les dispositifs nécessaires pour le passage des billes de bois et des débris flottant sur la rivière.

NOM ET EMPLACEMENT	NATURE	Coût des Travaux	CAPACITÉ en milliers de m ³	Coût par milliers de m ³
Assouan (Egypte).....	Maçonnerie	60 000 000	1 050 000	57,20
Asokan (New-York).....	Maçonnerie et terre	63 350 000	455 000	139
Wachusett (South Dakota)	Maçonnerie	11 350 000	240 000	47
New Croton Dam (New-York)	»	38 200 000	220 000	173
Indian River (New-York)...	Maçonnerie et terre	420 000	126 000	3,30
Croton (New-York).....	»	20 750 000	124 000	171
Lac Fife (Inde).....	Maçonnerie	3 150 000	93 000	33,80
Lac Eureka (Californie)...	Empierrement	175 000	18 500	9,70
San Leandro (Californie) .	Terre	450 000	16 500	271
Liez (France).....	»	3 000 000	16 000	187
Gilleppe (Belgique).....	Maçonnerie	4 400 000	12 000	367
Cache la Poudre (Colorado)	Terre	550 000	7 000	78,50
Chartrain (France).....	Maçonnerie	2 100 000	4 500	466
Ternay (France) ...	»	1 100 000	3 000	332
Cedar Grove (New-Jersey).	Terre	3 300 000	2 650	1 245
Purens (France).....	Maçonnerie	1 600 000	1 600	1 000
Yuba (Californie).....	Terre par procédé hydraulique	200 000	1 450	138
Remscheid (Allemagne)....	Maçonnerie	450 000	1 100	450
Lauchemsee (Allemagne)...	»	1 220 000	765	1 600
Ash Fork (Arizona).....	Acier	230 000	140	1 643

Il existe actuellement sur la rivière Manouan 3 petits barrages établis par la Compagnie Hydraulique du St-Laurent, formant une réserve d'eau de 470 millions de mètres cubes. Le Gouvernement ayant le droit d'acquérir ces ouvrages au prix de revient, il serait avantageux que la Province en fasse l'acquisition. Le prix, qui n'excède pas 375 000 francs, est d'ailleurs prévu dans le coût total du projet. La régularisation de la rivière Manouan, un des affluents du Saint-Maurice, complète l'œuvre entreprise.

La manœuvre des vannes de chasse se fera au moyen d'appareils électriques. Une usine génératrice établie à 3 kilomètres en aval du barrage fournira en premier lieu l'énergie électrique au chantier pour le temps des travaux, et ensuite servira de façon permanente aux opérations du barrage. Un déversoir suffisant a été prévu pour le cas de pluies inusitées ou torrentielles survenant au moment où le réservoir serait plein.

Ce réservoir atteindrait une superficie de 78 500 hectares avec une capacité de 4,55 milliards de mètres cubes ; c'est plus de quatre fois la réserve du plus grand ouvrage de cette nature, le barrage d'Assouan en Egypte. Si d'ailleurs on compare le prix prévu avec ceux des barrages existant on trouve que le devis estimatif actuel revient à peu près

à 1,44 fr. par millier de mètres cubes, et que le prix moyen de ces ouvrages est supérieur à 70 francs par millier de mètres cubes, comme le montre le tableau ci-dessus.

PRÉVISIONS DES DÉPENSES ET DES REVENUS. — Les prévisions sont basées sur l'exécution des travaux en deux ans, par des ouvriers travaillant en deux équipes de 10 heures pendant 6 mois de l'année. La main-d'œuvre ordinaire est payée dans la région 1 franc l'heure, y compris le logement et la nourriture.

Le fonctionnement des chantiers demanderait certaines installations distinctes des travaux du barrage, comprises dans le devis. Les plus importantes seraient : un quai de transbordement au point le plus rapproché sur le Transcontinental ; des voies et des magasins à marchandises ; la construction d'un chemin de fer à voie de 0^m914 du quai de débarquement à l'emplacement du barrage, soit une distance d'environ 6/4 Kms 500 ; ajoutons-y des magasins, ateliers, bâtiments pour loger le personnel et la main-d'œuvre ; services d'eau et d'éclairage, installations sanitaires ; enfin l'usine électrique nécessaire pour l'outillage du chantier et la manœuvre des vannes.

Le barrage serait construit en béton et pourvu des appareils nécessaires pour régler le débit d'eau à volonté. Il serait pourvu en outre de baraquements pour les surveillants et les hommes de manœuvre. Il serait enfin relié au Transcontinental par une ligne téléphonique qui servirait également pour le transport d'énergie.

En comprenant dans les calculs les frais nécessaires pour défricher le terrain en amont du barrage et déménager le poste de la Baie d'Hudson, on arrive à :

Frais d'établissement	5 125 000	»
Surveillance	300 000	»
Intérêt 4 % sur 3 000 000 pendant 2 ans.	240 000	»
Imprévus	500 000	»
Acquisition des ouvrages de la rivière Manouan	375 000	»
TOTAL.....	6 540 000	»

Les dépenses annuelles seraient les suivantes :

Intérêt de 5 % sur 6 500 000 francs.....	325 000	»
Equipes de surveillance et de manœuvre aux barrages (La Loutre et Manouan)...	75 000	»
TOTAL.....	400 000	»

Il est assez difficile de préciser quel sera le revenu de cette opération ; néanmoins, en se basant sur les redevances exigées dans l'Etat de New-York pour un projet semblable (Rivière Sacondaga), il semble possible d'obtenir des propriétaires d'usines hydrauliques une somme de 25 francs par cheval-vapeur, pour l'augmentation de puissance d'étiage dont ils bénéficient.

Il est également possible de demander une contribution aux concessionnaires de chutes d'eau au moins comme part dans les frais d'administration et d'entretien de l'ouvrage.

Enfin toutes les personnes intéressées dans les exploitations forestières, et les entreprises de navigation sont disposées à céder une partie du bénéfice qu'ils retireront de l'amélioration de la navigabilité de la rivière.

La Commission des Eaux courantes estime que dès les premières années on peut sans aléas anticiper un revenu annuel de 500 000 francs au moins, susceptible d'augmenter dans de très notables proportions d'ici peu de temps. Il faut également tenir compte des avantages que la province reti-

ra en impôts de l'augmentation considérable de richesse qu'un tel travail ne manquera pas d'entraîner pour le pays.

CONCLUSIONS. — En terminant son rapport, la Commission met en évidence tous les avantages que la Province retirerait d'une telle entreprise, et l'urgence qu'il y a à la réaliser.

La houille noire est rare dans la province de Québec et il est nécessaire, pour le développement de l'industrie, d'augmenter les ressources hydrauliques du pays et d'améliorer la navigation.

Le projet qui ne comporte qu'une dépense de 6 500 000 fr. permettrait de créer un réservoir d'une capacité de 4,55 milliards de mètres cubes et d'augmenter la richesse hydraulique utilisable de la rivière d'au moins 600 000 HP, dont le prix unitaire ressortirait à 11 fr. 25 le HP.

On assurerait en même temps au cours d'eau un régime stable, l'élimination des crues désastreuses, au grand avantage de l'industrie, de la navigation et du flottage.

H.-L. BERNARDIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE CHESTER A HAUTEUR DE CHUTE TRÈS VARIABLE

L'usine hydro-électrique de Chester est remarquable, non pas par sa puissance, qui est assez modeste, mais bien plutôt par la hauteur de chute réduite sous laquelle elle fonctionne, hauteur de chute d'ailleurs tellement réduite qu'à certains moments elle est même complètement nulle : c'est que, en effet, cette usine étant située sur la partie ultime d'une rivière déjà soumise aux influences de la marée, aux variations des niveaux d'amont et d'aval qu'éprouvent habituellement les faibles chutes, viennent s'ajouter à l'aval celles dues au flux et au reflux.

Cette usine, qui vient d'être mise en marche tout récemment, a été construite par la Municipalité de Chester à l'emplacement d'un très vieux moulin qui utilisait une petite chute de la rivière Dee, chute créée par un petit barrage-déversoir construit vers l'an 1100 par Hugh Lupus, comte de Chester.

La rivière Dee prend sa source dans les montagnes du Nord du Pays de Galles, et vient se jeter dans la mer d'Irlande un peu à l'aval de la ville de Chester, chef-lieu du comté de ce nom. Le tableau ci-dessous indique les valeurs moyennes du débit *Q* de la Dee, à Chester, et à diverses époques de l'année, ainsi que celles de la hauteur de chute *H* utilisable, abstraction faite des influences perturbatrices de la marée :

	<i>Q</i>	<i>H</i>
Décembre	140 m ³	1 ^m 20
Janyier, février, mars	50 »	1 ^m 90
Avril, mai, octobre, novembre	25 »	2 ^m 30
Juin, juillet, août, septembre	10 »	2 ^m 65
Minimum minimorum	5 »	2 ^m 75

Sous l'influence de la marée, les hauteurs de chute ci-dessus indiquées sont notablement réduites, et même, à certaines heures, surtout en février, mars et avril, au moment des grandes marées, celles-ci refoulent l'eau d'aval jusque par-dessus le barrage, de telle sorte qu'il n'y a plus de chute du tout, et l'usine cesse de fonctionner. Le service de la distribution de l'électricité est alors uniquement assuré par l'ancienne usine à vapeur.

Le barrage déversoir est établi obliquement en travers de

la rivière, et aboutit à l'amont d'une des piles du pont de Chester. L'eau ainsi déviée traverse le pont et, immédiatement à l'aval de celui-ci, pénètre dans la chambre d'eau de la nouvelle usine. En avant de cette chambre, se trouvent les habituelles grilles et vannes d'arrêt.

L'usine comprend trois groupes électrogènes, composés chacun d'une turbine à axe vertical, d'une transmission par engrenages coniques Citroen, à double denture hélicoïdale taillée, amplifiant 5 fois la vitesse de rotation, et d'une dynamo à courant continu à axe horizontal.

Les turbines sont du type Francis, centripète parallèle à réaction. Elles sont installées directement dans la chambre d'eau qui forme l'étage inférieur de l'usine. Elles ont été prévues pour pouvoir fonctionner sous une chute variant de 1 à 9 pieds. Deux d'entre elles ont été calculées pour absorber 14,15 mètres cubes par seconde, en tournant à la vitesse de 50 tours par minute, et développant 415 HP. La troisième turbine a été établie pour pouvoir absorber 10,38 mètres cubes, en tournant à la vitesse de 55 tours et en produisant 305 HP. La roue mobile de chaque turbine est en fonte, avec aubes encastrées en tôle d'acier. Le distributeur est également en fonte, avec vanettes mobiles commandées par un régulateur à main. Chaque turbine est en outre munie d'un tachymètre.

Dans la salle des groupes électrogènes, qui constitue l'étage supérieur de l'usine, se trouve un cadran sur lequel une aiguille indique à chaque instant la hauteur de chute utilisable. A côté des divisions de ce cadran indiquant les hauteurs de chute, se trouvent inscrits les nombres de tours correspondants auxquels doivent tourner les turbines pour obtenir leur rendement maximum.

Les dynamos sont octopolaires, à excitation shunt, avec pôles auxiliaires pour faciliter la commutation. Elles débitent du courant continu sous 440-500 volts, la régulation du voltage étant obtenue par variation du champ inducteur. Deux de ces dynamos ont une capacité de 235 kilowatts, et tournent en pleine vitesse à 250 tours à la minute ; la troisième dynamo a une puissance de 185 kilowatts, et tourne à 275 tours.

Signalons en passant l'avantage que présente le courant continu sur le courant alternatif, pour l'utilisation des faibles chutes, à hauteurs très variables. On n'a pas en effet à s'inquiéter de la constance de la vitesse en vue du maintien du synchronisme avec le réseau général, et l'on peut ainsi faire tourner les turbines à la vitesse correspondant au meilleur rendement.

Voici quelles sont les principales caractéristiques des turbines de l'usine de Chester, à pleine ouverture, les hauteurs de chutes utilisables étant exprimées en pieds, les débits en milliers de pieds cubes par minute (1), les puissances en chevaux, et les vitesses normales en tours par minute :

HAUTEURS DE CHUTE		1	2	3	4	5	6	7	8	9
TURBINES DE 400 HP	Débit	40,00	14,15	17,34	20,00	22,15	24,25	26,25	28,00	30,00
	Puissance	15,3	43,25	80,0	122,5	171,5	225,0	284,0	348,0	415,0
	Vitesse...	16,5	23,0	28,5	33,0	37,0	40,5	43,5	46,0	50,0
TURBINES DE 300 HP	Débit	7,38	10,42	12,80	14,70	16,55	18,02	19,50	20,85	22,00
	Puissance	11,44	32,0	58,8	90,0	127,0	165,5	209,0	256,0	305,0
	Vitesse ..	18,6	25,6	31,6	36,2	41,0	45,0	48,5	51,0	55,5

Le courant produit par les trois dynamos passe d'abord par le tableau de distribution, puis de là est envoyé, au moyen de trois câbles armés, à une sous-station pour des-

(1) Le pied anglais vaut 0^m3048 et le pied cube 28,316 litres.