

La méthode Gibson pour la mesure du débit d'une conduite forcée

Autor(en): **Salgat, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **52 (1926)**

Heft 21

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-40320>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

de chlorate et peut désherber $1\frac{1}{2}$ kilomètre de voie. La cuve porte devant et derrière deux orifices où l'on visse deux tuyaux souples munis de lances d'arrosage. Il faut deux hommes aux jets et quatre hommes pour pousser le véhicule. Cette équipe arrose $\frac{1}{2}$ kilomètre de voie par heure dans la même gare, ce qui fait ressortir le prix de revient à fr. 0,07 fr. par m³ de voie. Cela varie un peu suivant l'abondance et selon qu'on opère dans une gare ou dans une simple station. Pour ces dernières, surtout, entre en compte le temps des manœuvres et le transport par trains d'une station à une autre. Le wagon désherbeur a en effet cet avantage d'être très mobile et déplaçable dans les stations et de l'une à l'autre, sans avoir à recommencer à chaque instant la dissolution. La solubilité elle-même est un peu lente à froid ; on l'accélère en mettant les cristaux en suspension dans la cuve par deux trémies qui se partagent le fût de 100 kg.

Le chlorate de soude s'obtient aux usines suisses de Türgi et du Day et à l'usine française de Chedde (Haute-Savoie) à des prix variant de 56 à 68 fr. les 100 kg. Lorsque l'emploi se fera plus en grand, le prix, grâce à la concurrence, se réduira un peu. L'une ou l'autre des sections du 1^{er} arrondissement ont employé également du chlorate de chaux liquide que l'on étend de quatre fois son volume d'eau, pour désherber de la même façon. Cent litres de cette solution couvrent 50 à 100 m² de surface à désherber. Ce sel a été livré par une usine suisse (Monthey) et a donné aussi de bons résultats, un peu moins économiques que le chlorate de soude. La dissolution dans l'eau est plus rapide, mais doit être répétée plus souvent du fait du dosage, c'est une perte de temps qui compense l'avantage du prix d'achat assez minime.

Le désherbage chimique par cet ingrédient revient à environ fr. 0,12 le m³ de voie.

Les inconvénients inhérents au désherbage chimique opéré avec les chlorates sont d'abord le coût encore un peu trop élevé, vu le prix du sel, la manutention pour le dissoudre, le personnel nombreux pour l'arrosage et la conduite du véhicule. — Dans les grandes gares, comme celle de Renens, qui développe 30 kilomètres de voies, il faudrait remorquer le wagon-cuve par un tracteur susceptible de marcher à 3 kilomètres à l'heure. Un deuxième inconvénient réside dans la grande combustibilité des habits du personnel, imbibés de la solution de chlorate puis séchés. Il faut y prêter grande attention. Un préservatif consiste, comme on le fait à la Compagnie du P. L. M à procurer aux hommes un habit en tissu non-combustible, sorte de combinaison, façon tablier et pantalon, que l'ouvrier passe par-dessus ses habits. Le tissu, très léger, est fait de crin et d'un enduit ignifuge, probablement un silicate soluble.

On n'a pas constaté d'oxydation des rails, traverses et attaches ; la pluie dissout et emmène les résidus répandus sur le métal. Pour obtenir un bon résultat, il faut arroser les herbes de chlorate avant qu'elles montent en graines ; le meilleur moment chez nous est du 1^{er} au 15 mai et l'opération doit se faire sitôt après la pluie. Elle est à éviter en temps de sécheresse.

La méthode Gibson

pour la mesure du débit d'une conduite forcée,

par F. SALGAT, ingénieur aux Ateliers des Charmilles S.A., à Genève.
(Suite).¹

Applications.

39. — La méthode Gibson fut, au début, étudiée avec une conduite de 76 mm. de diamètre et 122 m. de longueur, les vitesses ont été poussées jusqu'à 1,20 m/sec. et les mesures de débit étaient faites avec un réservoir de 1,6 m³. Les résultats encourageants qui furent obtenus alors engagèrent la Direction technique de *Niagara Falls Power Cy.* à faire l'expérience de ce procédé et la première courbe de rendement établie à l'aide de la méthode Gibson fut celle de la figure 12 ; elle se rapporte

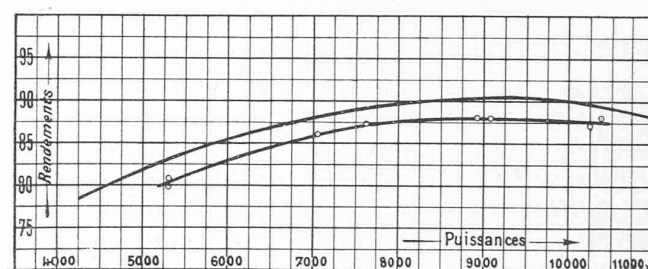


Fig. 12. — Première courbe de rendements établie à l'aide de la méthode Gibson, le 9. XI. 1919 (courbe inférieure). La courbe supérieure fut établie en 1907-8 à l'aide d'un tube de Pitot.

au groupe numéro 2 de l'usine numéro 3 de Niagara. Cette figure représente en outre la courbe obtenue onze ans auparavant en mesurant la vitesse de l'eau à l'aide d'un tube de Pitot. L'allure des courbes est la même ; la différence des rendements, révélée par ces courbes, s'explique par l'usure de la machine.

Au vu de ces résultats, le « Division Engineer's Office » de Buffalo, à qui incombe plus spécialement le soin de la réglementation de l'utilisation du Niagara, accepta que cette nouvelle méthode soit utilisée si une expérience probante en prouvait l'exactitude. C'est à la suite de ceci que furent entrepris les essais de l'Université de Cornell.

40. — *Essais de l'Université de Cornell*². Cette Université possède un laboratoire pourvu notamment d'une installation pour la mesure des débits relativement grands par la méthode volumétrique. Cette installation, représentée partiellement par les figures 13 et 14, comprend entre autres une conduite forcée de 1220 mm. de diamètre, alimentée par un lac et aboutissant par des conduits bien étanches, à un réservoir en tôle d'acier d'une capacité de 48 m³. Ce réservoir, soigneusement étalonné, est pourvu d'un indicateur donnant par simple lecture le volume d'eau contenu.

La conduite forcée, apparentée par ses dimensions avec la moyenne des conduites industrielles, et les débits

¹ Voir *Bulletin technique* du 25 septembre 1926, page 237.

² *Journal of the Engineer's Club of Philadelphia*, vol. XXXVII-3, N° 195, mars 1921.

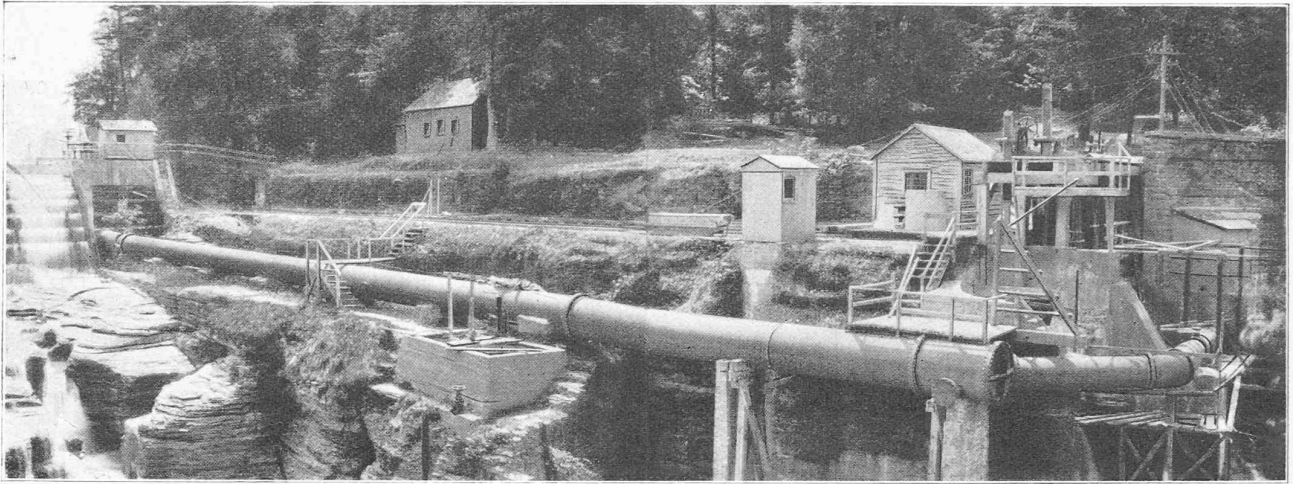


Fig. 13. — Vue de la conduite du laboratoire d'hydraulique de l'Université de Cornell, avec, au milieu, l'appareil Gibson.

sur lesquels ont porté les essais comparatifs, donnent à ceux-ci une valeur toute spéciale, augmentée encore par la situation des personnalités qui suivirent ces expériences.

Celles-ci furent poursuivies sous la direction de M. E. E. Haskell, doyen du corps des ingénieurs civils de l'Université et sous la surveillance personnelle du Dr E. W. Schoder, professeur chargé des travaux du laboratoire. Le « *Division Engineers' Office* » de Buffalo, à qui incombe plus spécialement le soin de la réglementation de l'utilisation des eaux du Niagara et la Niagara Falls Power Cy étaient chacun représentés à ces essais.

90 essais, répartis en six séries, furent effectués dans des conditions se rapprochant de celles des essais de rendement des turbines de Niagara, autant que le permettait le laboratoire. Le tableau de la page 255 donne les résultats obtenus, et montre que l'écart maximum entre le résultat donné par la méthode Gibson et le débit mesuré fut de 1,6 %, que l'écart maximum de la moyenne des écarts d'une série fut de 0,8 % et que la moyenne des écarts fut de 0,2 %.

Ces valeurs, confirmant nos conclusions du paragraphe 19, sont très favorables à la méthode Gibson.

41. — *Essais de Niagara*¹. — Il ne s'agit plus ici du contrôle, mais bien de l'application de la méthode Gibson qui, sur la foi des essais de Cornell, fut acceptée pour la mesure du débit des turbines des usines de Niagara. Nous voulons relater ici l'essai du groupe numéro

¹ *Journal of the Engineer's Club of Philadelphia*, op. cit.

16 qui constituera pour nous un exemple d'application de cette méthode.

Sur la coupe de l'usine numéro 3 de Niagara, figure 15, on peut voir où furent installés les divers instruments de mesure. La figure 16 montre l'intérieur de l'usine, le groupe numéro 16 est celui du premier plan.

L'opérateur s'occupant de l'appareil Gibson dirige les essais ; il donne ses ordres par signalisation acoustique au moyen de sonnettes électriques montées en série et placées à l'amont, à l'aval et au tableau de distribution, voisin du régulateur. L'opérateur placé en cet endroit peut communiquer avec le directeur de l'essai par une sonnette. Pour que l'on soit toujours certain que les signaux ont été transmis à tous les opérateurs, les sonnettes sont montées en série.

Le graphique fourni par l'appareil Gibson est représenté par la figure 17, tel qu'il est après sa mise au point. La ligne *ORS* indique l'élévation du niveau d'amont, elle a été reportée d'après les indications de l'appareil enregistreur de la figure 11, en tenant compte de l'échelle du graphique, de même que la ligne *FM* qui correspond au niveau amont au moment de la fin de la fermeture ; cette ligne *FM* est située au-dessus de la ligne *C*

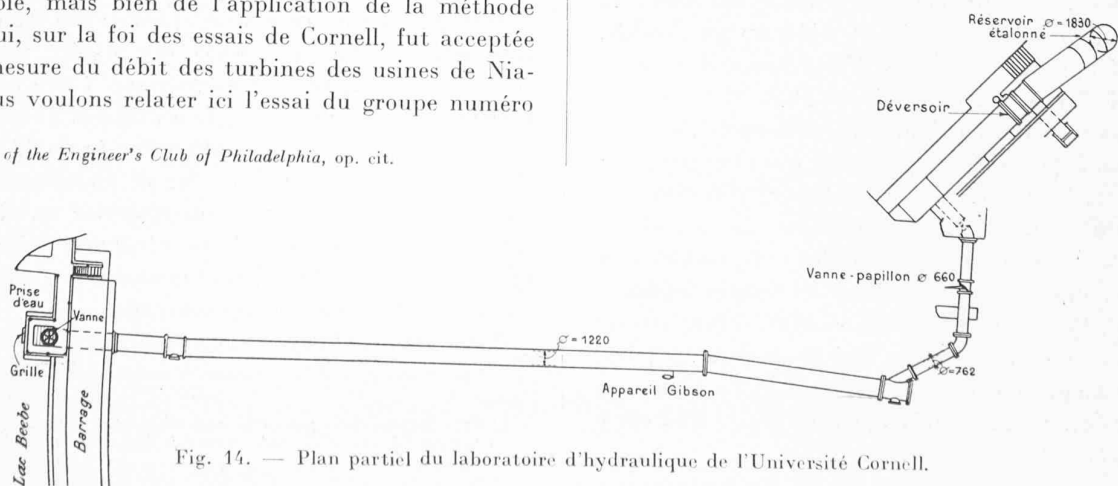


Fig. 14. — Plan partiel du laboratoire d'hydraulique de l'Université Cornell.

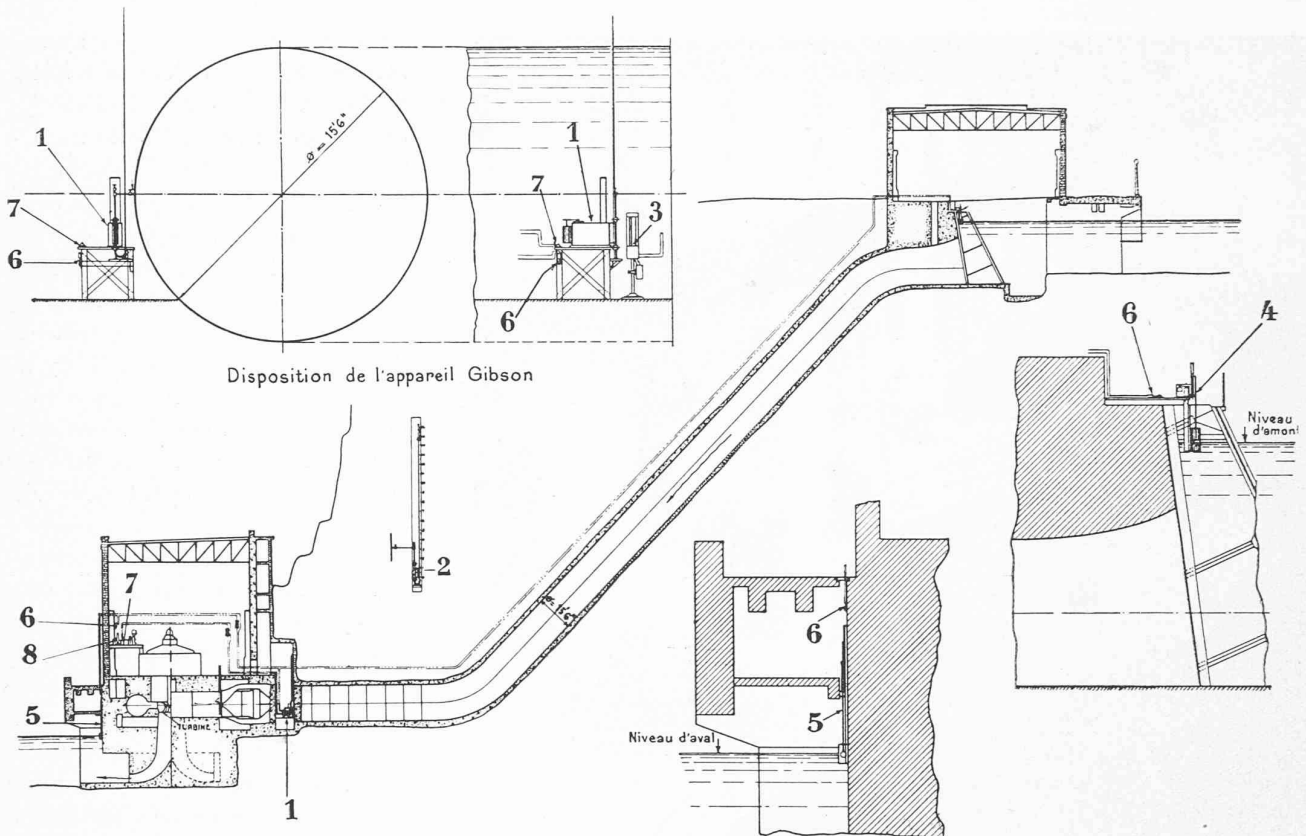


Fig. 15. — Coupe transversale de l'Usine N° 3 de Niagara.

Légende : 1) appareil Gibson ; 2) manomètre à colonne de mercure ; 3) lampe Cooper-Hewitt ; 4) appareil enregistreur des variations du niveau d'amont ; 5) limnimètre d'aval ; 6) sonnettes électriques ; 7) boutons de sonnerie.

enregistrée à un moment où le niveau était légèrement différent.

La ligne *ONM* a d'abord été dessinée approximativement, selon le trait pointillé, puis calculée comme il est dit au paragraphe 26 en appliquant la formule 12.

La surface de la partie *ONMKBO* du graphique est de 106 cm² dont il faut déduire l'excédent dû à la largeur de l'ouverture *G* (figure 4), soit 1,48 cm². On n'aura cependant pas encore la surface nette à introduire dans nos calculs ; comme elle est mesurée sur une épreuve

photographique, il faut tenir compte du retrait de celle-ci qui oblige à majorer les dimensions mesurées sur le graphique par 1,00202.

La longueur représentant une seconde est 1,00202 × 1,2 cm. La constante *K* étant 3,53 pour l'appareil utilisé, le débit, fuites comprises est de

$$Q = \frac{KsT}{MW} + v = \frac{3,53 \times 1,00202 \times 104,52}{1,2 \times 6,36} + 0,303 = 48,665 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

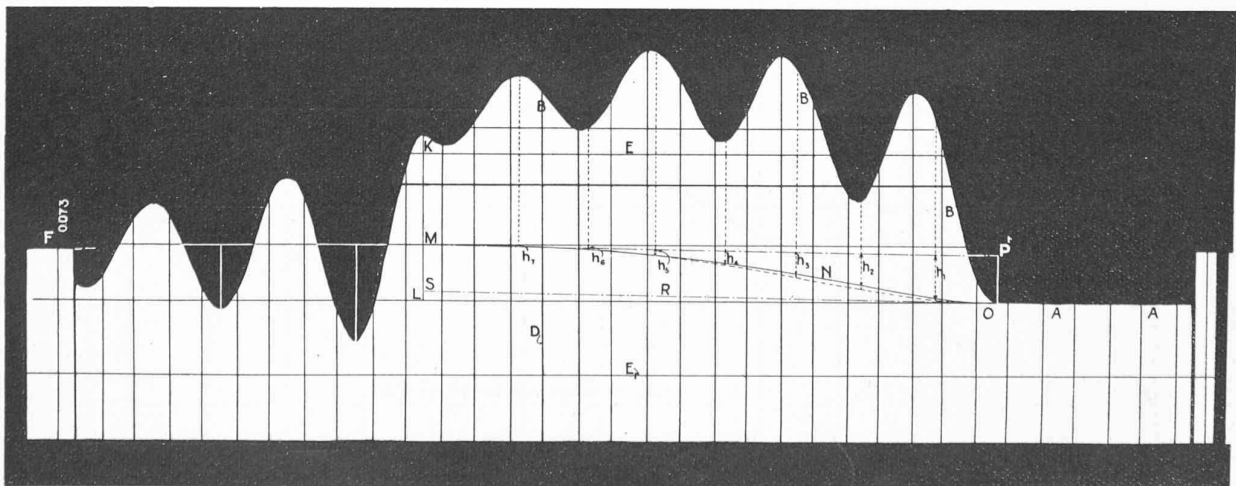


Fig. 17. — Graphique fourni par l'appareil Gibson lors de l'essai du groupe N° 16 de l'Usine N° 3 de Niagara.

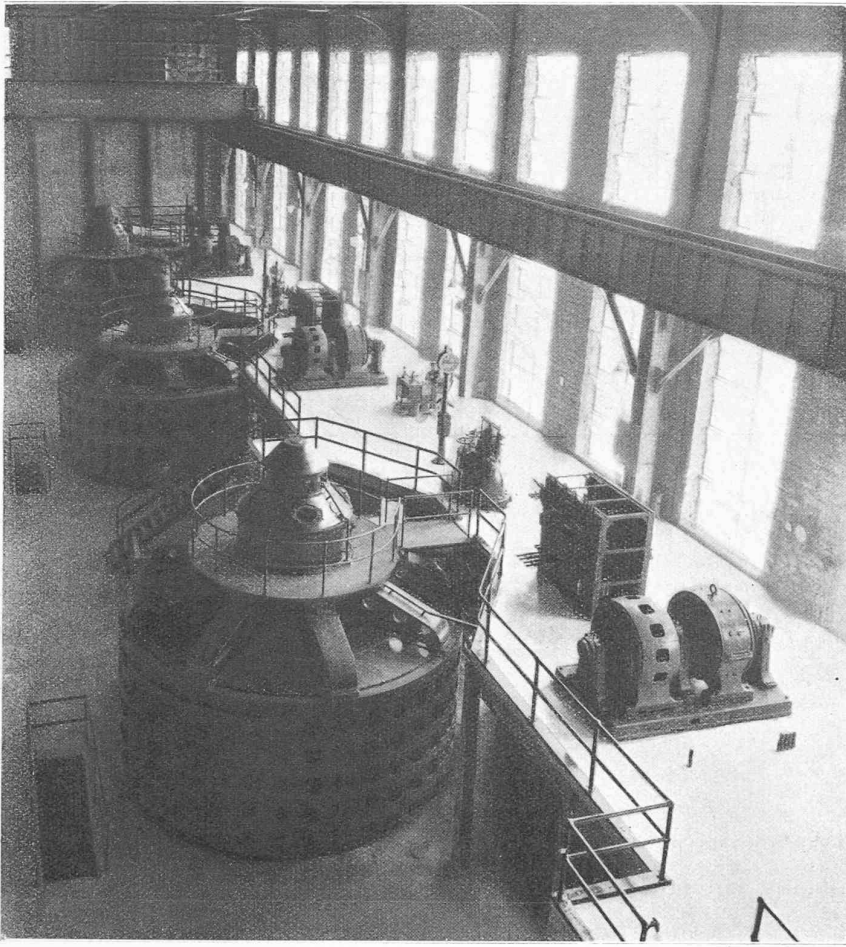


Fig. 16. — Vue des groupes de 37500 HP. de l'Usine N° 3 de Niagara.

La puissance électrique ayant été mesurée à 37,061 HP. et le rendement de l'alternateur étant de 98,55 %, on calcule un rendement de la turbine de 91,6 %.

42. — La courbe complète des rendements du groupe numéro 16 de l'usine numéro 3 de Niagara est représentée par la figure 18. Son allure et les valeurs qu'elle révèle témoignent déjà de sa vraisemblance. Il n'y a pas de doute à avoir quant à la possibilité de ces rendements; ils n'ont rien de surprenant pour une turbine d'une telle importance ayant une vitesse spécifique très favorable, munie d'un aspirateur permettant une récupération parfaite de l'énergie contenue dans l'eau à la sortie de la roue et dont la bêche spirale a des dimensions relativement larges. Nous en voulons comme preuve les excellents rendements que réalisent de nombreuses turbines de construction européenne; par exemple ceux des turbines doubles horizontales de 3500 ch. de l'usine de Massaboden appartenant aux *Chemins de fer fédéraux* et ceux des nouvelles turbines simples, verticales, de l'usine d'Hauterive appartenant aux *Entreprises Electriques*

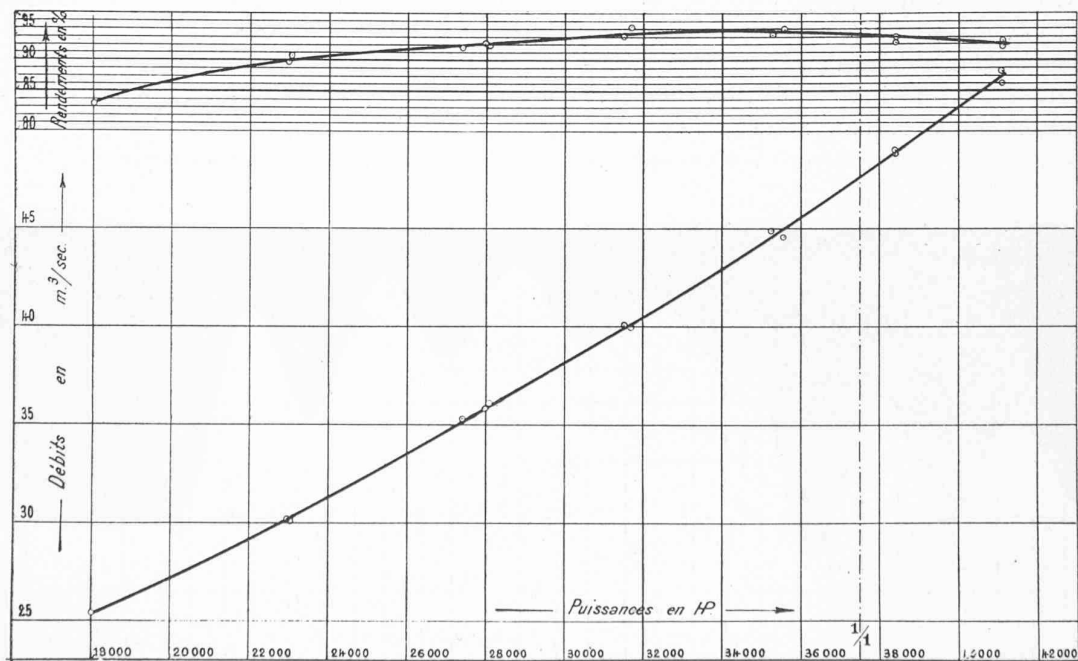


Fig. 18. — Courbes des débits et des rendements de la turbine N° 16, de 37500 HP. de l'Usine N° 3 de Niagara.

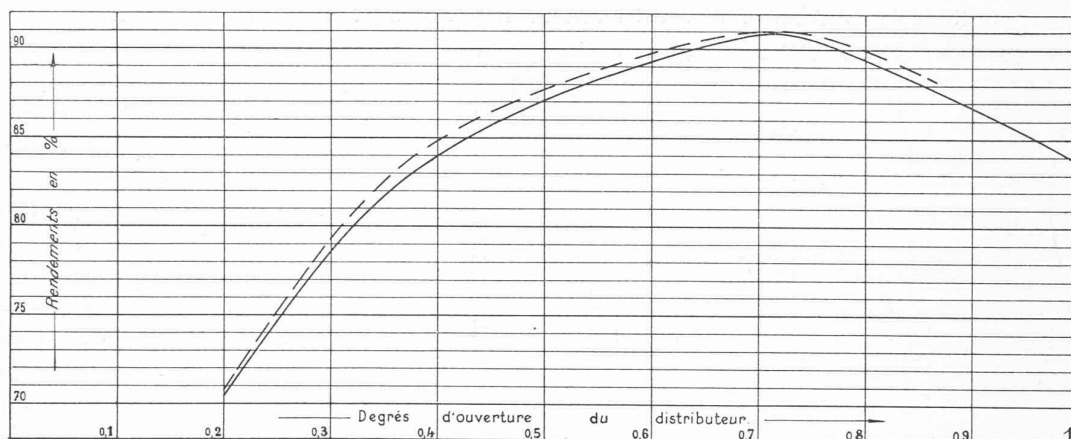


Fig. 19. — Essais comparatifs de Shawinigan par les méthodes de Gibson (— — —) et d'Allen (—).

Fribourgeoises. Dans les deux cas, il s'agit de machines sensiblement plus petites que celles de Niagara 3 ; elles sont installées dans des conditions bien plus défavorables, spécialement au point de vue de l'aspiration, de plus, pour l'usine d'Hauterive, il s'agissait d'utiliser des maçonneries existantes. Les essais de cette turbine ont été faits en tenant compte, dans la détermination de la chute utile, de la hauteur représentative, de la vitesse de l'eau à son entrée dans la bêche. Les débits ont été mesurés au moulinet et les résultats de jaugeage ont été calculés sur la base d'un étalonnage du moulinet antérieur aux essais ; si on avait tenu compte de l'étalonnage fait après les essais, les rendements seraient de 1 % à 2 % plus élevés.

43. — *Essais comparatifs avec la méthode Allen*¹. A l'usine de Shawinigan ont été effectués des essais comparatifs avec une nouvelle méthode complètement différente, la méthode *Allen*, dans laquelle on déduit la vitesse de l'eau du temps mis par une masse de solution salée, contenue momentanément dans l'eau, pour parcourir une distance connue. Comme la résistance électrique d'une solution salée est différente de celle de l'eau, on place dans une partie rectiligne de la conduite, deux jeux d'électrodes à une distance connue l'un de l'autre ; le moment où la solution salée, injectée un peu en amont, baigne les premières électrodes est révélé par le galvanomètre auquel elles sont reliées ; un peu plus tard, le galvanomètre des secondes électrodes indique le passage de la solution dans la section correspondante.

On mesure le temps écoulé entre les indications des deux appareils et, connaissant l'éloignement des deux jeux d'électrodes, on en déduit la vitesse de l'eau et partant le débit.

Cette méthode et celle de M. Gibson ont été essayées comparativement à l'usine de Shawinigan et ont donné des résultats très semblables comme le montre la figure 19.

Ajoutons, en terminant ce chapitre, que de nombreux essais ont été effectués en Amérique, à l'aide de la méthode Gibson, tant par son inventeur que par d'autres ingénieurs.

Engineering Journal, vol. VII, N° 10, oct. 1924.

TABLEAU
Essais comparatifs entre les méthodes volumétriques et Gibson.

Essai N°	Date 1920	Débit en lit/sec. mesurés par la méthode		Différence en %	Observations
		Volumétrique	Gibson		
20-E-1	11 juin	573,9	575,1	+0,2	
20-E-2	11 juin	578,2	581	+0,5	
20-E-3	11 juin	579	584,7	+1,0	
		577	579,9	+0,5	Moyennes des séries
30-A-1	24 mai	860,3	863,9	+0,4	
30-A-2	25 mai	867,3	—	—	Graphique incomplet
30-A-3	25 mai	868,8	882,3	+1,5	
		865,6	872,7	+0,8	Moyennes des séries
40-A-1	25 mai	1196	1194	-0,2	
40-A-2	25 mai	1187,5	1197,1	+0,8	
40-A-3	25 mai	1195,4	1191,7	-0,3	
40-A-4	25 mai	—	1188,1	—	Pas de mes. volumétr.
		1192,9	1192,6	0,0	Moyennes des séries
40-C-1	4 juin	1142,8	1144,2	+0,1	
40-C-2	4 juin	1142,8	1158,1	+1,3	
40-C-3	5 juin	1160,1	1157,5	-0,2	
		1148,7	1153,3	+0,4	Moyennes des séries
50-A-1	29 mai	1325,6	—	—	Pellicule photographique trouble
50-A-2	29 mai	1329,3	1319,4	-0,7	
50-A-3	29 mai	1330,1	1319,4	-0,8	
		1328,4	1319,4	-0,7	
50-C-1	7 juin	1424,3	1414,3	-0,7	
50-C-2	9 juin	1434,5	1457,4	+1,6	
50-C-3	10 juin	1442,1	1448,3	+0,4	
		1433,6	1439,8	+0,4	Moyennes des séries
Total des moyennes :		6546,2	6557,7	+0,2	= Moyenne de tous les essais

Conclusions.

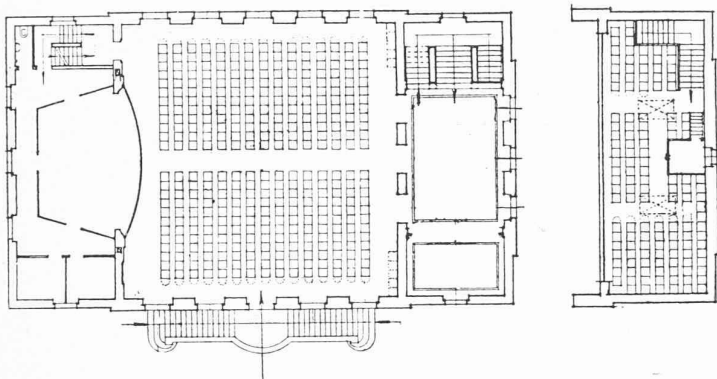
44. — Après avoir étudié cette nouvelle solution du problème de la mesure des débits, nous sommes convaincus qu'elle mérite mieux que l'attitude sceptique qui l'a accueillie en Europe, bien qu'alors, il est vrai, on ignorât tout d'elle.

Rappelons encore qu'elle ne s'applique qu'à des installations avec conduite forcée.

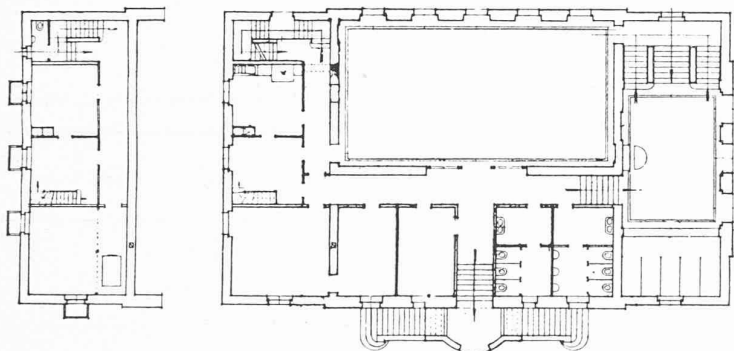
Afin d'être tout à fait fixé à son sujet, il est à souhaiter que des essais complets soient effectués en comparaison avec d'autres méthodes.

Sur la base de cette étude théorique et des résultats

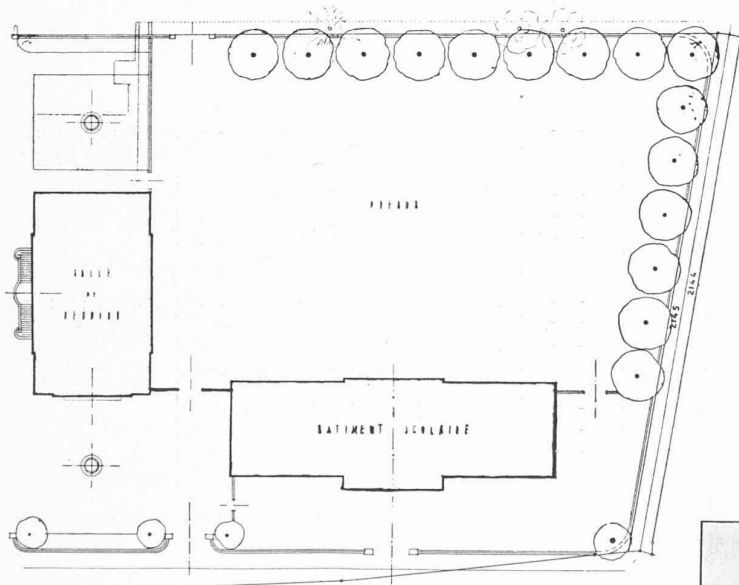
CONCOURS D'IDÉES POUR UNE SALLE DE RÉUNION A CHÊNE-BOUGERIES



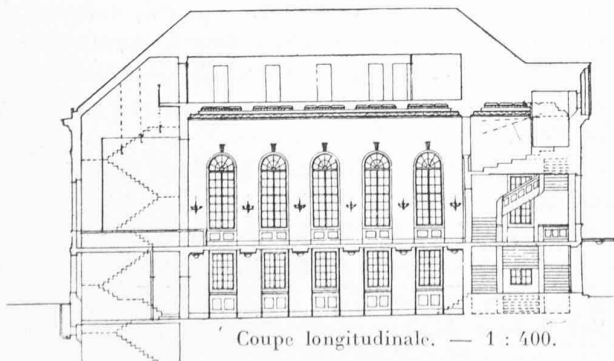
Plans du rez-de-chaussée supérieur et de la galerie. — 1 : 400.



Plans du rez-de-chaussée inférieur et du sous-sol. — 1 : 400.



Plan de situation. — 1 : 1000.



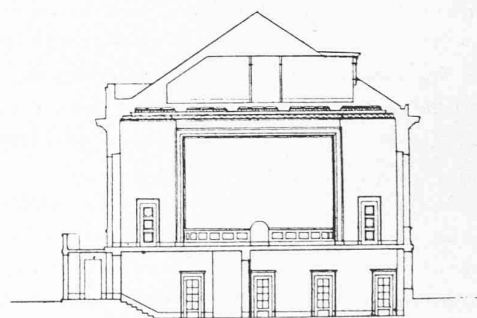
Coupe longitudinale. — 1 : 400.

déjà acquis, il nous semble que l'on dispose dans la méthode de M. Gibson, d'un moyen d'essai précis, simple et rapide. Il fournit notamment la possibilité de contrôler aisément et en tout temps les rendements d'une turbine et par là de déterminer le moment où doivent être remplacées des pièces usées. Pour des essais de réception, il se présente aussi très favorablement.

C'est pourquoi nous avons jugé utile de chercher à le faire mieux connaître et, par là, à faire bénéficier notre industrie des avantages qu'il peut présenter.

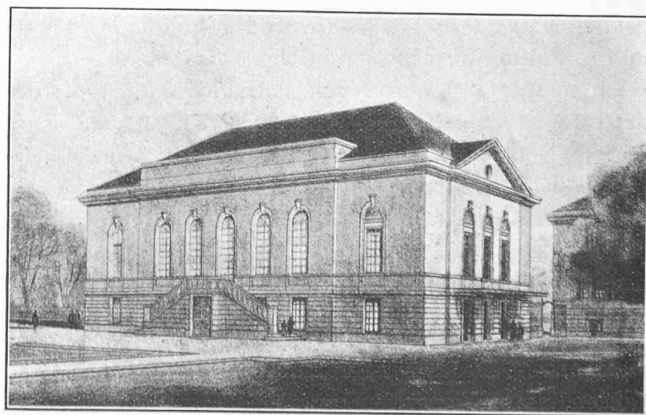
Genève, janvier 1926.

Note de la Réd. — Nous publierons dans notre prochain numéro, comme complément à cette étude, les résultats des essais exécutés récemment à l'usine de Muscle Shoals (barrage Wilson, sur le Tennessee.)



Coupe transversale. — 1 : 400.

II^{me} prix : projet « Audéoud »,
de M. M. Turrettini.



Perspective.