

JAUGEAGES EFFECTUÉS A BRIDES-LES-BAINS

PAR DES PROCÉDÉS DIVERS ET CONTRADICTOIREMENT

La chute des Allues, captée par la compagnie de Fives-Lille pour actionner l'usine hydro-électrique du tramway de Moutiers, comporte une conduite en tôle d'acier de 700 m/m de diamètre intérieur et de 700 mètres de longueur environ, donnant une charge de 100 mètres sur les turbines de l'usine.

Le jaugeage du débit de cette conduite ayant été déjà pratiqué en 1903 au moyen du procédé dit à *ondes colorées*, il était intéressant d'opérer dans des conditions analogues, sur la même installation, des jaugeages par d'autres méthodes susceptibles de contrôler la première.

On a procédé au mois d'avril 1904 à de nouveaux jaugeages par ondes colorées en même temps que par la méthode indiquée par M. Bellet (1), consistant dans la mesure de l'abaissement du plan d'eau du bassin supérieur de charge des turbines et aussi par un déversoir normal en mince paroi établi à l'aval, dans le canal de fuite de l'usine.

Les résultats de ces opérations sont consignés dans les tableaux B et C annexés ; les documents marqués A fixent les conditions locales de l'expérimentation.

Les vannes nombreuses dont la prise des Allues est munie, avec ses bassins successifs de décantation, permettent de faire cesser à volonté et totalement pendant quelques minutes l'arrivée de l'eau dans le dernier compartiment où puise la conduite close allant aux turbines.

En plaçant la cloche d'un hydromètre enregistreur Richard dans ce dernier bassin, il donnait dans ces circonstances la vitesse d'abaissement du plan d'eau qui correspondait au débit de la turbine.

Ce sont les courbes ainsi obtenues qui sont portées sur les tracés 102 à 111 pour le tableau B et nos 252 à 257 pour le tableau C.

La fig. 1 représente les dimensions du bassin en question et la fig. 2 donne les volumes d'eau contenus vers la surface de ce bassin pour des dénivellations comptées de 10 en 10 centimètres.

Dans l'évaluation des débits on n'a tenu compte que de l'abaissement originaire de l'eau sur les premiers 10 centimètres au-dessous du seuil qui limitait l'emplissage. La netteté des diagrammes de l'hydromètre enregistreur a permis en effet, dans ces faibles limites, de fixer avec précision, en *secondes*, la durée du temps de la vidange.

Dans le tableau B, les premières colonnes se rapportent aux jaugeages par ce procédé pour différentes ouvertures du distributeur de la turbine ; ce qui permet d'en déduire le coefficient de contraction du débit sous charge, en considérant comme rigoureux les jaugeages effectués puisqu'ils sont d'ordres volumétrique et directs.

La valeur moyenne 0,970 paraît ressortir de cette observation et de ce calcul, pour les orifices rectangulaires allongés et noyés du distributeur.

Les mesures du débit par ondes colorées font l'objet des dernières lignes de ce tableau B. Ils montrent que le coefficient de 0,950 en moyenne représente le facteur de

comparaison de cette méthode avec la précédente, prise comme type.

Si donc on peut penser que, dans bien des cas, les dispositions du bassin de charge ne permettent pas d'opérer la mesure par l'abaissement subit du plan d'eau, l'application de la méthode des ondes colorées, plus facile à appliquer sans préparatifs importants, donne un degré d'approximation suffisant, en appliquant ensuite le coefficient 1/0,95 aux résultats obtenus.

Le tableau C se rapporte à des jaugeages par l'hydromètre et la méthode de M. Bellet appliquée pour la même conduite au débit d'une turbine Escher Wyss actionnant une dynamo à courant continu du tramway. L'on effectuait en même temps la mesure de l'eau par déversoir à l'aval et aussi les mesures électriques de la puissance développée par la dynamo.

Il convient de noter que les *six observations* consignées dans ce tableau ont pu être effectuées en *une demi-heure* au plus avec deux opérateurs et que séance tenante, immédiatement après, les chiffres du rendement dynamique étaient obtenus, ce qui montre ainsi la grande valeur pratique de ces procédés.

Les appareils employés pour ces opérations sont décrits sommairement ci-après :

Fig. 3. — *Compas pour le relevé des niveaux de l'eau en amont du déversoir de jaugeage.* — Le déversoir de jaugeage avait été établi à la sortie du canal de fuite de l'usine au moyen d'une planchette surmontée d'une règle horizontale en métal et taillée en biseau.

Comme l'accès du canal de fuite n'était pas possible pendant la marche des turbines, il devenait indispensable, pour y observer le niveau de l'eau en amont du barrage déversoir, d'employer un moyen de report précis, c'est à quoi fut employé le compas en question improvisé pour la circonstance.

En M est une pointe métallique fixée au bout d'une tige rigide B b en bois adaptée à l'extrémité d'un fléau A E B en bois également et oscillant sur un axe en F ; une tringle f b complète le parallélogramme, ce qui maintient la tige B b verticale dans toutes les positions du fléau — pendant les mesures.

En A est un crayon qui se déplace sur une feuille de papier tendue sur une planchette solidaire du pied fixe du compas.

Une lampe électrique est attachée près de la tige B b de manière à éclairer la pointe M dans le canal voûté, ce qui permet de saisir avec précision le moment où elle affleure le niveau de l'eau — on marque alors sur la feuille de papier en A la position du crayon par un trait.

Pendant le cours des expériences de jaugeage on suit ainsi, en les repérant, les variations de niveau dans le canal et ces mesures relevées ensuite au moyen d'un décimètre, fournissent les données du calcul de débit par le déversoir.

Ce mode de procéder, qui a l'avantage d'éviter pendant les essais des lectures de précision sur une échelle immergée graduée, présente cependant cette difficulté que l'écoulement de l'eau dans le canal de fuite après la sortie d'une turbine, donne lieu à des *ondes* et par suite à des incertitudes sur la véritable hauteur à laquelle la pointe M doit être fixée pour

(1) Voir *La Houille Blanche*, février 1904.

un régime donné; les écarts peuvent être de plusieurs millimètres.

Fig. 4. — *Hydromètre pneumatique avec enregistreur système Richard.* — L'observation des niveaux de l'eau dans le bassin d'alimentation de la conduite des turbines

ainsi que la mesure de la vitesse de descente des niveaux ont été faites — pour les jaugeages par le procédé de M. Bellet — par un hydromètre du type de celui représenté sur ce croquis. La cloche en fonte qui contient un sac flexible en caoutchouc raccordé avec le tuyau capillaire en cuivre était

JAUGEAGE D'EAU EFFECTUÉ A BRIDES-LES-BAINS SUR LA CONDUITE DES ALLUES

Par M. RIBOURT et M. MAGENTIES, en avril 1904.

TURBINE SPÉCIALE AVEC DISTRIBUTEUR A COULISSE

La roue était enlevée pour effectuer ces mesures, le distributeur a été ouvert progressivement dans 8 positions équidistantes depuis la fermeture marquée 0.

Les sections libres ont été mesurées à pleine ouverture, directement.

Tableau B

Positions du distributeur.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Roue démontée. Sections calculées des orifices..... Cent. ²	0,00	7,34	14,68	22,02	29,36	36,70	44,04	51,38	51,38
Débits en litres par seconde (sans roue) mesurés à l'hydromètre.....	51,45	35,40	70,40	100,00	124,80	161,0	189,0	200,6	200,6
Produits de la section par $V = \sqrt{2gH} = 43^m80$ pour $H = 98,50$	0,0	32,9	64,3	96,5	128,5	166,0	193,0	225,0	»
Coefficient de contraction K déduit.....	anomalie	An.	An.	An.	0,965	0,970	0,980	0,916	»
Débit mesuré par ondes colorées.....	Coefficient moyen : $0,955 = \frac{2,865}{3}$				122,2	153,6	175,0	»	191,4
Coefficient = $\frac{\text{onde colorée}}{\text{hydromètre}} = m$	»	»	»	»	0,980	0,955	0,907	»	0,930
Numéros des expériences	103	104	105	106	107	108	109	110	111

MESURES FAITES SUR UNE TURBINE TANGENTIELLE, TYPE « PELTON » D'ESCHER-WYSS (N° 2)

actionnant une dynamo à courant continu du Tramway de Brides à Moutiers.

L'ensemble des mesures a duré 25 minutes seulement

Par MM. RIBOURT ET MAGENTIES

Tableau C

Numéros des expériences	252	253	254	255	256	257
Travail brut de la chute : QH $H = 98^m$ effectifs..... HP	»	»	127,0	147,5	155,5	324,0
Volts à la dynamo.....	»	»	302	340	358	564
Ampères débités	»	»	144	160	168	246
Watts utiles	»	»	43 500	54 400	60 200	138 700
HP moteurs = $\frac{\text{Watts}}{736 \times 0,85}$	»	»	69,5	87,0	96,4	222
Utilisation de la Turbine	»	»	0,548	0,590	0,620	0,684
Nombre de tours par seconde.....	»	»	389	387	385	379
Débit en litres par seconde mesuré à l'hydromètre	fuite 10 ^l	381,7	97,4	112,9	119,0	248,0
Débit calculé sur le déversoir en mince paroi à l'aval de la Turbine.....	»	»	»	»	124 litres	»
Ecart entre les deux mesures	»	»	»	»	5 l. = 4 %	»

Le débit du déversoir a été calculé par la formule Boileau. Les dimensions de ce déversoir étaient: $e = 103$ m/m; $L = 1^m477$; $H = 115$ m/m (observée). $H - e = 12$ m/m; $H' = 125$ m/m.

Coupe longitudinale et vue en plan.

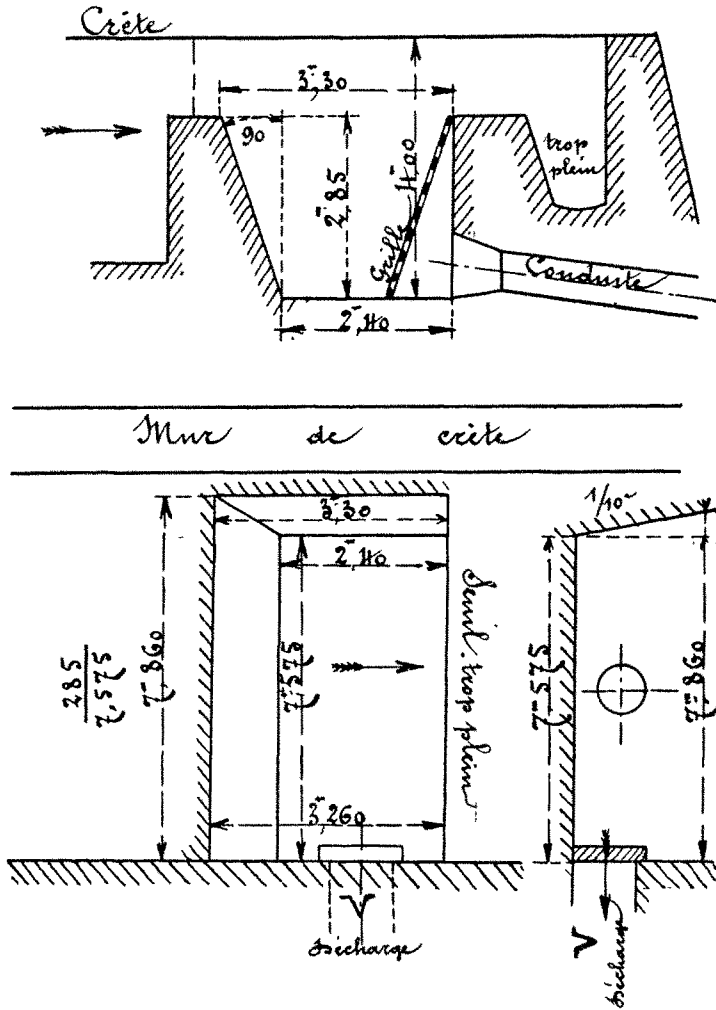
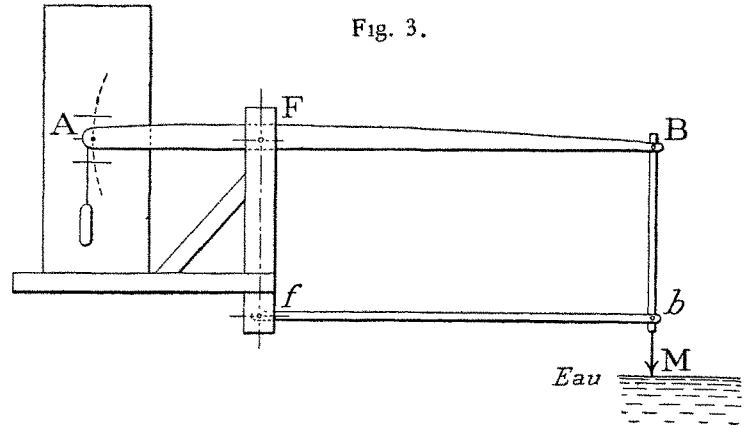
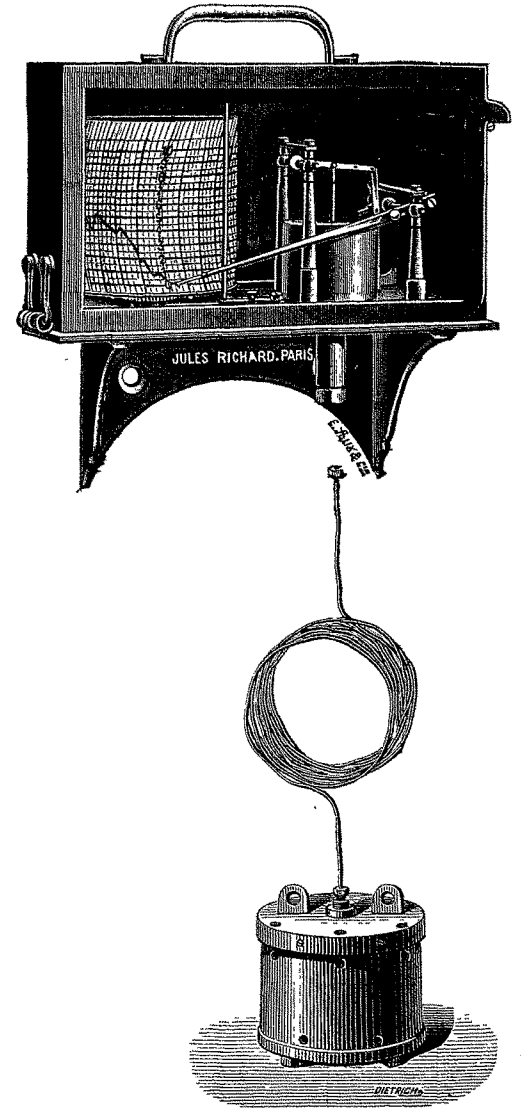


Fig. 1. — Bassin de prise d'eau des Allues.



Compas pour le relevé des niveaux de l'eau en amont du déversoir de jaugeage.

MANOMÈTRE ET ENREGISTREUR



Cloche de l'hydromètre et tuyau flexible.

Fig. 4. — Hydromètre pneumatique enregistreur Richard.

Tableau A

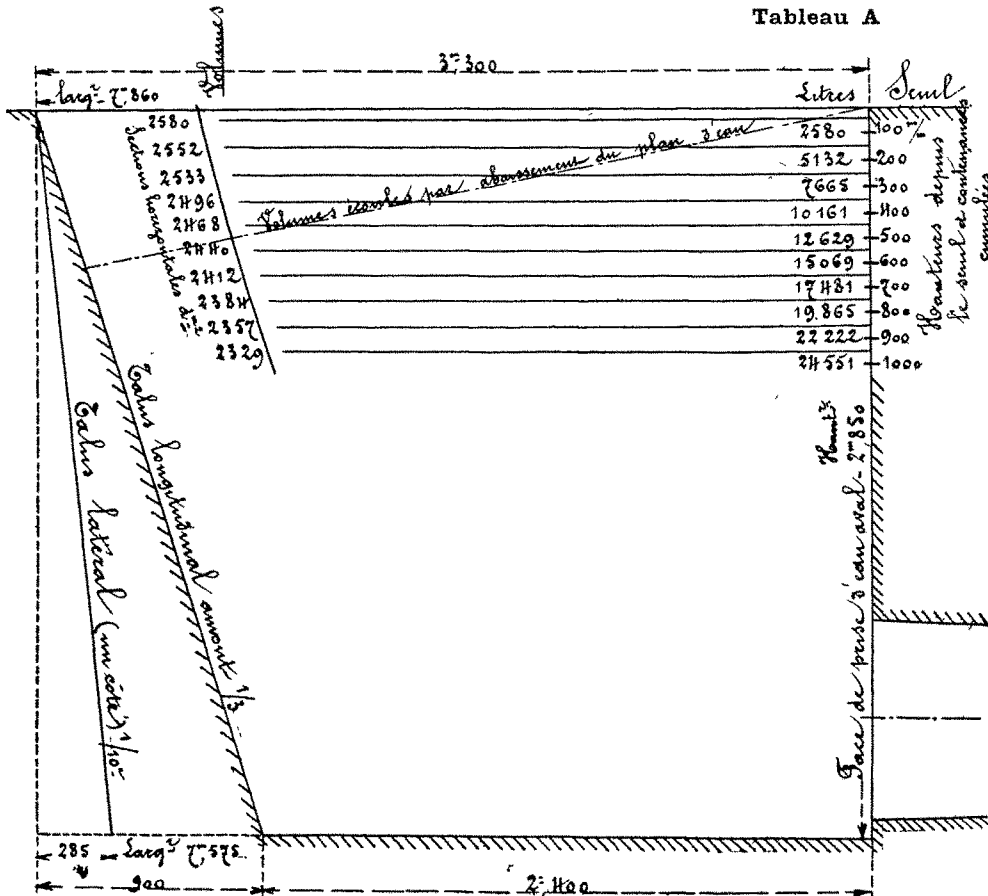


Fig. 2. — Volumes pour des abaissements successifs du plan d'eau dans le bassin.

immergé dans le fond de la chambre d'alimentation, le manomètre avec son enregistreur étant installé au dehors, relié à la cloche par le tuyau capillaire de 10 mètres de longueur environ.

La très grande précision avec laquelle ce manomètre enregistre les plus minimes variations du niveau de l'eau, pour une amplitude maxima de un mètre environ, fait penser que cet appareil devrait aussi être employé pour observer et marquer le niveau de l'eau en amont du déversoir du jaugeage, en évitant sûrement les incertitudes que présentent soit la mise au point d'une pointe métallique de compas ou la lecture sur une échelle graduée plongée dans l'eau.

Cet hydromètre est donc très précieux dans les opérations de jaugeage par l'une ou l'autre des méthodes employées.



Fig. 5. — Pompe à main pour l'injection des ondes colorées dans la conduite des Allues.

Fig. 5. — Pompe à main pour l'injection des ondes colorées dans la conduite des turbines. — Cette reproduction d'une photographie prise auprès de l'origine de la conduite des Allues montre le dispositif employé pour y lancer les ondes colorées de dissolution de fuschine employées à la mesure de la vitesse de l'eau sous les divers régimes de débit de la turbine en expérience.

Le tuyau de refoulement de la petite pompe pénètre dans la conduite par le pied d'un tuyau piézométrique qui y était établi, auprès du bassin de prise d'eau et de manière à ce que la bouffée de coloration liquide y soit lancée au centre même du tuyau en tôle de 700 mms de diamètre. Auprès de la turbine, à l'extrémité inférieure de la conduite, un robinet avec un tuyau pénétrant jusqu'au centre donne le

moyen d'observer le liquide qui s'y écoule et de saisir le moment où la coloration arrive à son maximum d'intensité.

Une ligne téléphonique reliait le poste d'observation placé auprès de la turbine avec celui de la prise d'eau, de manière à mesurer exactement la durée du trajet de l'onde colorée entraînée par l'eau, dans la conduite, avec les deux chronomètres dont les observateurs de ces deux postes extrêmes étaient pourvus.

L. RIBOURT,

Professeur à l'École Centrale de Paris.

INSTALLATION ÉLECTRIQUE DE BEAUREPAIRE

Le 26 décembre dernier, le courant triphasé, produit par la houille blanche et envoyé par la Société Grenobloise de Force et Lumière, a été lancé dans le réseau de Beaurepaire (Isère).

Grâce à l'audacieuse et heureuse initiative de M. Michel Villaz qui est encore le concessionnaire actuel, cette petite ville, située sur la ligne de Saint-Rambert-d'Albon à Rives, avait déjà bénéficié une des premières de l'éclairage électrique, produit alors par l'intermédiaire de la houille noire qui est maintenant condamnée à céder le pas à sa rivale.

C'est le 14 juillet 1886, en effet, qu'eut lieu la mise en marche de la première installation électrique de Beaurepaire ; installation bien primitive alors et dont la comparaison avec celle qui fonctionne actuellement fait ressortir tout le progrès réalisé en moins de trente ans.

Une locomobile, de 10 chevaux seulement, actionnait une dynamo Biéatrix de Saint-Etienne établie pour débiter 60 ampères sous 125 volts mais pouvant facilement donner sans trop chauffer 90 à 100 ampères en une marche continue. La concurrence n'avait pas encore obligé les constructeurs à calculer leurs machines le plus juste possible avec un faible coefficient de surcharge. Le tableau, entièrement en bois, comme presque tous ceux de cette époque, ne comportait qu'un voltmètre, un parafoudre à peignes, quelques coupe-circuits et une espèce de commutateur Suisse permettant d'envoyer le courant dans les divers secteurs. L'interrupteur général lui-même était constitué par des fiches et on remplaçait celles qui étaient perdues ou détériorées par la partie mobile de simples robinets. Les ampèremètres, les disjoncteurs, les interrupteurs à rupture brusque, etc., avaient semblé parfaitement inutiles et de fait l'installation fonctionna ainsi pendant de longues années sans arrêts fréquents ni prolongés.

En 1890, le groupe devenu insuffisant fut remplacé par une machine à vapeur demi-fixe compound, de 35 chevaux, et par une dynamo du type Gramme supérieur à excitation compound, pouvant débiter 150 ampères sous 125 volts. Le tableau, à part de légères modifications, avait conservé toute sa simplicité du premier âge. C'est dans cet état que l'installation a fonctionné jusqu'en novembre dernier assurant un service très régulier. Un détail qu'il nous paraît intéressant de signaler est le suivant : au début du fonctionnement de son installation, M. Villaz faisait venir ses lampes d'Angleterre et les payait 6 à 7 francs pièce. Actuellement on peut en avoir de très bonnes pour moins de 0 fr. 40.

Dans la nouvelle installation, comme nous le disions au début, le courant triphasé venant du Drac est fourni pour le moment par la Société Grenobloise de Force et Lumière à la tension de 21 000 volts composés, mais plus tard Beaurepaire recevra son courant de la Bourne et la tension à l'arrivée variera entre 28 000 et 32 000 volts. Le tronçon de ligne, long de 3 kilomètres environ, reliant Beaurepaire au point de croisement des lignes du Drac et de la Bourne ainsi que le kiosque d'arrivée ont dû être prévus pour cette dernière tension.

Le point de croisement des lignes du Drac et de la Bourne,