



# ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ

ΜΗΝΙΑΙΟΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΝ ΣΥΓΓΡΑΜΜΑ

ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΟΥ ΣΥΛΛΟΓΟΥ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΑΞΕΩΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ ΟΙ Κ. Κ.

Η. ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ, Π. ΖΑΧΑΡΙΑΣ, Κ. ΚΤΕΝΑΣ, Δ. ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ

ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΣ Α. Σ. ΣΚΙΝΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΤΟΣ ΙΓ'.



ΑΘΗΝΑΙ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1915



ΑΡΙΘ. 11.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Jaugeage de débits d'eau par titration, L. Peltmermet.

Πέτρος Μαρτίνος, Α. Σ. Σκιντζοπούλου.

Τύποι εύρεσεως ἐτῶν ἔορτασμοῦ τοῦ Πάσχα, Κ. Ι. Παπαζαχαρίου.

Περὶ τῶν ριζῶν τῶν συναρτήσεων, Α. Καραγιαννίδου.

Ἡ βιομηχανία τῶν ὀργανικῶν χρωμάτων, Α. Σ. Σκιντζοπούλου.

Ἐπιστημονικά νέα, Α. Σ. Σκιντζοπούλου

## JAUGEAGE DE DÉBITS D'EAU PAR TITRATION

Une intéressante méthode de jaugeage est utilisée depuis quelques années, spécialement en Suisse, dans des cas où d'autres systèmes sont difficilement applicables; elle rend des services surtout pour mesurer le débit de grandes turbines et celui de cours d'eau à forte pente.

Cette méthode est due à l'initiative de Mr. A. Boucher à Lausanne, ingénieur bien connu pour les importantes installations de forces hydrauliques qu'il a exécutées en divers pays, surtout pour le cas de très grandes chutes. L'application pratique de la méthode a été étudiée par Mr. le Dr. R. Mellet, ingénieur-chimiste et professeur à Lausanne. Après les expériences faites par M.M. Boucher et Mellet,

le service fédéral Suisse des forces hydrauliques, sous la direction du Dr. Collet, a également essayé le système nouveau pour jauger le débit de divers torrents. Cette année, des essais ont été faits à Charlottenbourg, pour mesurer des débits de turbines, par le Dr. Reichel.

On peut consulter à ce sujet: Bulletin technique de la Suisse Romane, 1910, Page 123; 1915, Page 25. Revue générale des Sciences 1913, No 21; 1914, No 3. Schweizerische Bauzeitung 1913, 26 Juillet; 1915 28 Août, et nous renvoyons à ces publications ceux qui désireraient étudier cette question de plus près, nous bornant à donner ici un aperçu de la méthode.

Le principe consiste à additionner à l'eau dont il s'agit de mesurer le débit, une solution saline, dite *solution initiale*, dans des conditions telles qu'au bout d'un parcours restreint, cette solution soit parfaitement diluée dans l'eau à jauger. Au point où l'on juge cette dilution bien complète, on prélève un échantillon de l'eau, qui constitue la *solution finale*.

Soit  $M$  le degré de concentration de la solution initiale, et  $d$  le débit connu de cette solution;  $N$  le degré de concentration de la solution finale,  $x$  le débit cherché; la concentration sera en rapport inverse des débits; on aura donc:

$$\frac{x}{d} = \frac{M}{N} \quad x = d \frac{M}{N}$$

Si le débit à jauger est faible, il convient de tenir compte du volume  $d$  qui lui a



été additionné, et le débit cherché est alors D;

$$D = x - d \left( \frac{M}{N} - 1 \right)$$

Si en outre l'eau à jauger tient elle-même en dissolution, à l'état naturel, une petite proportion du sel employé dans la solution initiale, il faut en tenir compte aussi, et si  $n$  est le degré de concentration de l'eau, on a:

$$x = d \frac{M}{N-n} \quad D = d \left( \frac{M}{N-n} - 1 \right)$$

Il y a donc en somme trois solutions à titrer: l'eau naturelle, la solution initiale et la solution finale. Dans les recherches qui n'exigent pas une très grande précision, la première opération peut être négligée.

Il convient évidemment de choisir un sel peu coûteux; on peut employer le chlorure de calcium, mais en général on prendra le chlorure de sodium.

Le procédé volumétrique employé pour la titration est celui de Mohr, qui consiste dans l'addition de nitrate d'argent à la solution de chlorure de sodium; la réaction fournit du chlorure d'argent et du nitrate de sodium; le premier donne un précipité blanc; on ajoute du chromate de potassium comme indicateur et le virage de la couleur du précipité précise le moment où tout le chlorure de sodium est transformé et où le nitrate d'argent commence à être en excès. Le volume de la solution argentique employé jusqu'à ce moment-là indique le degré de concentration de la solution de chlorure de sodium.

Le mérite des études du Dr. Mellet sur cette question a été de faire servir la méthode de Mohr au dosage de solutions très diluées, de choisir judicieusement les quantités à mettre en œuvre pour obtenir facilement les degrés de concentration et enfin d'organiser les opérations d'une façon simple et pratique, permettant de les confier à tout ingénieur même peu habitué aux travaux du laboratoire de chimie.

Il importe surtout que le débit  $d$ , très petit par rapport à  $x$  ou à  $D$ , soit déterminé très exactement. Il convient aussi que les quantités prélevées pour la titration soient proportionnelles au débit approximatif à jauger (pour les débits fai-

bles); enfin il faut multiplier le nombre des prélèvements de la solution finale, en choisissant pour la moyenne générale les échantillons dont la titration approximative a donné les résultats les plus concordants.

Un défaut de la méthode est d'être difficilement utilisable pour les cours d'eau à grand débit et faible vitesse, car il faut alors un grand parcours pour assurer le mélange intime de la solution saline à l'eau, parcours pendant lequel le débit et la composition de l'eau peuvent être modifiés par des circonstances étrangères à l'expérience.

Un autre inconvénient consiste dans le fait que, à cause de la faible concentration de la solution finale et de l'eau naturelle, en est obligé de les évaporer au bain marie jusqu'à un volume de 10 cm<sup>3</sup> pour faire la titration; cette opération demande beaucoup de temps, surtout s'il s'agit de grands débits, où pour chaque essai il faut prélever au moins un litre de la solution finale.

Pour remédier à cet inconvénient, le Dr Mellet a proposé et utilisé une autre méthode, qu'il appelle *physico-chimique*. Elle diffère de la première, dite *chimique*, par l'application — pour déterminer le poids où la solution de nitrate d'argent a précipité tout le chlorure de sodium — d'un procédé employé par M. M. Dutoit et Duboux à Lausanne, dans l'analyse des vins; ce procédé consiste dans la mesure de la conductibilité électrique des solutions à titrer, et n'exige pas l'évaporation préalable des solutions. Tant que la réaction entre le nitrate d'argent et le chlorure de sodium n'est pas terminée, la conductibilité diminue; elle se relève dès que le nitrate d'argent vient en excès. Avec une série d'observations faites au moyen du pont de Wheatstone, on arrive à déterminer aisément le point de conductibilité minimum. Le volume de la solution argentique employé à ce moment-là indique le degré de concentration de la solution de chlorure de sodium, et le reste se passe comme dans la méthode chimique.

Cette dernière est plus exacte, mais l'écart ne dépasse pas 2<sup>o</sup>/<sub>0</sub>, ce qui est sans inconvénients dans la plupart des cas.