

mais aucune installation fixe, indispensable cependant à la marchandise, n'est prévue ni même réalisée dans l'avenir.

A l'heure actuelle, Lyon ne possède sur le Rhône, que quelques quais bas utilisés seulement pour les matériaux en provenance du haut fleuve et, sur la Saône, qu'une gare d'eau, celle de Perrache, que les difficultés de toute nature qu'a soulevées, au sujet de son exploitation, la Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M., ont rendue inutilisable.

La conception qu'ont nos voisins de l'Est de l'utilité de ports bien outillés est bien différente de la précédente. Ils estiment, avec juste raison, qu'ils sont nécessaires au développement des voies navigables. Les exemples de Strasbourg-Kehl, de Bâle, déjà cités, et bien d'autres, qui ont été dotés de tous les aménagements désirables avant que le trafic n'existât, viennent à l'appui de cette affirmation.

Ce n'est pas le moindre mérite du projet présenté par la Société des Grands Travaux de Marseille, que d'avoir donné à l'installation du port tous les développements et les soins que comporte son importance capitale.

Voici en quels termes elle la justifie : « L'amélioration de la Seine a créé, entre le port maritime de Rouen et le port intérieur de Paris, une association étroite qui a fait la richesse de l'un et de l'autre ; c'est une association de ce genre qu'il faut rechercher entre Marseille et le port de Lyon ».

Mais dans le projet de cette Société, la Saône, on l'a vu, est reliée au port au moyen d'un pont canal avec écluse à chacune de ses extrémités. Ce goulet créerait, sans aucun doute, à la navigation, des pertes de temps et des sujétions qu'on doit s'efforcer d'éviter.

C'est ici qu'intervient l'idée conçue par M. Mourraillie d'établir, à l'aval de Lyon, un barrage relevant le plan d'eau un peu au-dessus du barrage de la Mulatière. On créerait ainsi un vaste port en eau calme reliant ensemble la Saône, le port fluvial et la voie réalisant l'amélioration de la navigation sur le Haut-Rhône.

Ce sont ces considérations qui justifient le programme des travaux recommandé par le Jury et que M. DE MAS a exposé dans son remarquable rapport qui a été reproduit ici (*La Houille Blanche*, n° de mai 1912).

A la suite de cette communication d'un si haut intérêt, le Congrès national pour la défense et le développement du commerce extérieur, a adopté le vœu suivant présenté par M. LAUDAUD :

« Le Congrès émet le vœu que les Pouvoirs publics fassent procéder d'urgence à l'étude du programme de l'amélioration du Rhône, tel qu'il a été préconisé par le Jury du Concours institué par l'Office des Transports des Chambres de Commerce du Sud-Est. Que si ce programme, dans son intégralité ou modifié dans ses détails, est reconnu possible, sa réalisation, dont dépendent la prospérité générale et le développement commercial du pays, soit poursuivi sans relâche ».

## HYDRAULIQUE

### JAUAGE PAR L'ANALYSE CHIMIQUE

Note présentée le 21 Octobre 1912 à l'Académie des Sciences, par M. TH. SCHLÆSING.

Dans les *Comptes rendus* du deuxième semestre de l'année 1863, j'ai publié un procédé de jaugeage des fluides, fondé sur l'analyse chimique, qui peut être résumé dans les termes suivants : Dans un fluide s'écoulant dans un ca-

nal, à raison d'un volume  $V$  par seconde, on verse un second fluide, à raison d'un volume  $v$  par seconde, miscible au premier et contenant, par unité de volume, une quantité  $Q$  d'un corps chimiquement dosable avec précision : dans le mélange, on dose ce même corps, et l'on en trouve une quantité  $q$  par unité de volume. La quantité  $vQ$  de ce corps, versée en une seconde dans le courant du fluide, se retrouve entière dans le mélange formé, et l'on a :

$$vQ = (V + v) q, \text{ d'où } V = v \left( \frac{Q}{q} - 1 \right).$$

On voit que la détermination de  $V$  dépend de deux autres : celle de  $v$ , à laquelle on peut donner une extrême précision, et celle du rapport  $Q/q$ , non moins précis, si le corps auxiliaire a été bien choisi.

Je ne sais si cette méthode a reçu quelque part une application industrielle ; il est probable qu'elle a été laissée de côté, puis oubliée, faute de renseignements pratiques sur son emploi en divers cas (1).

L'ayant mise à contribution dernièrement pour mesurer l'eau de mer introduite dans une saline au moyen de vis d'Archimède, je vais dire comment j'ai opéré, dans la pensée de rendre peut-être service aux ingénieurs désireux de connaître exactement les débits des cours d'eau auxquels ils empruntent leur force motrice.

J'avais à élever l'eau à 1<sup>m</sup>20 au-dessus du niveau moyen de la mer. C'était trop pour une seule vis, bien que son enveloppe eût 4 m. de long sur 0<sup>m</sup>80 de diamètre intérieur. J'en ai placé deux pareilles à la suite l'une de l'autre, élevant chacune l'eau à une hauteur de 0<sup>m</sup>60. Un bassin recevait l'eau de la première et alimentait la deuxième. Le niveau de l'eau y était constant ; par suite la deuxième vis avait, par tour, un débit invariable. J'ometts tout détail sur l'installation de ces vis, pour en venir sans retard à mon sujet.

Dans l'application de la méthode, l'opérateur dispose du volume  $v$  ; mais il convient évidemment de le grandir d'autant plus que le volume  $V$  est lui-même plus considérable ; il y a aussi un choix à faire, selon sa grandeur, entre divers moyens de produire un débit constant de liquide ou de gaz. Dans le cas où je me trouvais, il suffisait de transformer un récipient étanche en vase de Mariotte gradué, de façon que les volumes de liquide dépensé fussent déduits de deux lectures d'une règle divisée appliquée derrière un tube à niveau.

Le corps auxiliaire, auquel j'ai eu recours, est l'ammoniacque, substance que tout chimiste sait doser avec préci-

(1) La communication de M. SCHLÆSING à l'Académie, en 1863, a bien sans doute passée inaperçue des hydrauliciens au moment où il l'a faite, mais, lorsque le magnifique essor de l'industrie de la houille blanche a montré la nécessité de posséder des méthodes à la fois exactes et pratiques pour la mesure des débits, la méthode chimique a été redécouverte et plusieurs fois indiquée. (Voir notamment : Louis, *Bulletin Technologique des Ecoles d'Arts et Métiers*, décembre 1903 et février 1908 ; CÔRÈ, *Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon*, janvier 1908 ; BOUCHER, *Bulletin Technique de la Suisse Romande*, 1910, et *La Houille Blanche*, novembre 1910).

Tout récemment, dans une communication faite à la Société hydrotechnique de France, le 17 octobre 1912, M. BOUCHER a indiqué que le Bureau hydrométrique fédéral suisse avait exécuté, à l'usine hydro-électrique de Viège, des mesures de débit par la méthode chimique, comparativement avec la méthode du moulinet et avec celle de l'écran d'Anderson (pour ce dernier procédé, voir *La Houille Blanche* de décembre 1907), et que les résultats obtenus par ces trois méthodes ont été tout à fait concordants.

Pour les cours d'eau, M. BOUCHER recommande particulièrement l'emploi de la solution titrée de chlorure de sodium à 300 gr. de sel par litre d'eau. L'analyse chimique par la méthode de M. MËLLET (voir *La Houille Blanche* de novembre 1910) est très facile si l'on utilise 1 décilitre environ de cette solution pour 1 mètre cube par seconde du débit à mesurer.

N. D. L. R.

sion, et qu'on trouve en abondance, à l'état de sulfate, partout où l'on emploie les engrais chimiques. J'ai dissous une soixantaine de kilos de cesel dans de l'eau de mer. Voici maintenant comment mon expérience a été conduite :

La dissolution de sulfate d'ammoniaque contenait à peu près 280 gr. de sel par litre. Elle avait été clarifiée par un long repos avant d'être introduite dans le récipient. Sous le tube par lequel elle devait s'écouler, était disposé un entonnoir adapté à un tuyau de plomb qui l'amenait au milieu de la nappe d'eau jaillissant de la première vis. Avec cette nappe elle tombait dans le bassin de la deuxième vis, où s'opérait un premier brassage des deux liquides. Un second brassage avait encore lieu quand le mélange sortait de la deuxième vis et s'étalait en bouillonnant sur le fond, de 2 m. de large, du canal qui conduisait les eaux à la saline.

Après avoir débouché mon récipient, je n'ai pas tardé à entendre le barbotage de l'air apporté par le tube de Mariotte. Dès lors, certain de la constance de l'écoulement, j'ai commencé à compter le temps à l'aide d'un compte-seconde, à l'instant précis où le ménisque du liquide a passé, dans le tube à niveau, sur un trait de la règle qui a été noté ; puis j'ai attendu 5 minutes, temps plus que suffisant pendant lequel un régime ammoniacal permanent s'est établi dans le bassin, la deuxième vis, et une certaine longueur du canal. Après, j'ai procédé à l'échantillonnage du mélange d'eau de mer et de dissolution ammoniacale. A 20 m. au delà de l'origine du canal, je puisais l'eau avec une mesure de 200 cm<sup>3</sup>, successivement en trois points marqués par des piquets, de façon à échantillonner trois segments égaux composant la section transversale du courant. Trois flacons ont reçu chacun dix prises faites près d'un même piquet : leurs contenus en étaient donc des moyennes. De retour à mon récipient après cette opération, j'ai arrêté le compte-seconde à l'instant où le ménisque du liquide a coïncidé dans le tube à niveau avec une division de la règle : l'expérience était terminée.

Il restait à doser l'ammoniaque dans les liquides des trois flacons et dans la dissolution de sulfate. Voici les valeurs des quantités  $v$ ,  $Q$ ,  $t$ , qui figurent dans l'équation  $V = v \left( \frac{Q}{q} - 1 \right)$ , déduites de mes observations et de mes analyses.

Valeur de  $v$ . — Temps compté : 17 minutes 2,5 secondes, soit 1022,5 secondes ; volume de dissolution écoulé dans ce temps : 104 litres 170, d'où :

$$v = \frac{104,170}{1022,5} = 0,1019$$

Valeurs de  $q$  et  $Q$ . — Ammoniaque AzH<sup>3</sup> par litre : 1<sup>er</sup> flacon 0,0763 gr. ; 2<sup>e</sup> flacon 0,0761 gr. ; 3<sup>e</sup> flacon 0,0750 gr. ; moyenne  $q = 0,0758$  gramme.

Ammoniaque AzH<sup>3</sup> dans 1 litre de la dissolution de sulfate :  $Q = 66$  gr. 280.

En définitive, j'ai trouvé, pour le débit de mon canal par seconde :

$$V = 0,1019 \left( \frac{66,28}{0,0758} - 1 \right) = 89 \text{ litres}$$

J'ai aussi compté le nombre de tours exécutés par la deuxième vis en une minute, avant et après mon expérience. J'ai trouvé les deux fois 29,1. Le volume d'eau débité en une minute étant 89 l.  $\times$  60 = 5340 l., on a donc, pour le débit par tour de la vis :

$$\frac{5340}{29,1} = 183,4 \text{ litres}$$

Il me paraît utile, avant de finir, de dire comment j'ai procédé à mes dosages d'ammoniaque, en vue d'obtenir, pour le rapport  $Q/q$ , la plus grande approximation possible.

J'ai d'abord déterminé cet alcali dans les liquides de mes trois flacons, et obtenu la valeur de  $q$ . Ainsi renseigné, j'ai pu diluer dans l'eau de mer un volume connu, 50 cm<sup>3</sup>, de la dissolution de sulfate dont je connaissais à peu près la teneur en ammoniaque, de manière à obtenir un volume  $u$  d'un titre  $q'$  voisin de  $q$ , puis j'ai dosé l'ammoniaque en  $u$ , sans rien changer à mon mode opératoire. En suite de ces manipulations,  $Q$  devenait égal à 1000 fois  $uq'/50$ , car  $uq'/50$  est l'ammoniaque contenue dans 1 cm<sup>3</sup> de dissolution de sulfate, et j'avais finalement :

$$V = v \left( \frac{1000}{50} u \frac{q'}{q} - 1 \right).$$

Or le rapport  $q'/q$  est voisin de l'unité ; d'autre part, tous les dosages d'ammoniaque ont été faits dans des conditions presque identiques ; les erreurs dues à la méthode ou à l'opérateur sont donc de même ordre et de même sens et affectent peu un rapport dont les termes sont presque égaux. Même la correction due à la présence de l'ammoniaque dans l'eau de mer devient insignifiante. Les autres quantités  $v$ ,  $u$ , 50 cm<sup>3</sup>, ayant été mesurées avec toute l'approximation désirable, la valeur obtenue pour  $V$  me paraît tout à fait satisfaisante.

## DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

### PROTECTION DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

Le mémoire présenté au Congrès d'Electricité de Turin par M. E.-E.-F. CREIGHTON : *Protective conditions of electrical apparatus in America*, est un résumé très complet des idées régnantes actuellement en Amérique sur la protection contre la foudre et les surtensions d'origine intérieure. Nous ne pouvons songer à reproduire les 46 pages de ce mémoire, nous nous bornerons à signaler ici, avec *La Revue Electrique*, ce qui paraît être plus personnel à l'auteur, ou qui paraît caractériser le mieux les tendances actuelles de l'industrie américaine.

La généralisation de lois mathématiques a conduit souvent à des accidents parce qu'on a perdu de vue, en les appliquant, beaucoup d'autres facteurs non moins importants.

Par exemple, partant de la valeur critique de la résistance  $R$  qui donne l'amortissement le plus rapide des oscillations :

$$R = 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$$

ou encore d'une valeur supérieure, qui abaisse encore plus rapidement le potentiel de la décharge, on peut parfaitement protéger un réseau contre les surtensions dues au passage des ondes dans les lignes, mais il n'en est pas moins vrai que les isolants de cette ligne sont, à certains points, soumis à des tensions élevées capables de les perforer dans un temps beaucoup plus court que celui qui est nécessaire pour l'amortissement ; il ne faut donc pas attacher un sens absolu à ces formules et l'on doit les considérer comme donnant seulement un des points de vue de la question. M. Creighton signale, comme autre exemple de l'application