

# Matériel de jaugeage léger

(Méthode Chimique)

## Lightweight stream gauging equipment (chemical method)

PAR M. BOUVARD

INGÉNIEUR A L'E.D.F. (R.E.H. ALPES II.)

*English synopsis, p. 418.*

Les hydrauliciens connaissent bien la méthode de mesure des débits par la méthode chimique. Celle-ci consiste à injecter, en un point du cours d'eau que l'on veut jauger, un débit constant d'une solution saline de titre connu, qui se dilue en se mélangeant de façon aussi homogène que possible avec l'eau du torrent. La connaissance de la concentration et du débit de la solution injectée, de la concentration après dilution dans l'eau du torrent permet de déterminer le débit cherché.

Cette méthode n'est pas aussi simple que cette description pourrait le laisser croire. Si on a intérêt, pour avoir un mélange homogène, à éloigner le plus possible le point d'injection du point de prélèvement, il est par contre nécessaire, pour avoir le régime de mélange permanent, que cette distance soit inférieure à une limite dépendant de la présence de zones d'eau morte et de la durée d'injection. Des considérations théoriques ont été établies, à cet égard, par M. GOGUEL, dans le numéro 3 de *la Houille Blanche* (1946).

Ce procédé de mesure présente l'avantage d'être très précis quand les conditions d'emploi requises sont réalisées et de pouvoir être utilisé sur un tronçon de cours d'eau non aménagé, ce qui ne peut être que rarement le cas pour une mesure au moulinet.

On peut employer des solutions de plusieurs sels : le chlorure de sodium était assez fréquemment utilisé, mais il nécessite une grosse concentration finale si on veut des résultats précis et, par suite, des concentrations ou des

volumes injectés considérables et encombrants. On a fait appel également au nitrite de soude (cf. Article de Winkler et Wipf paru dans la *Schweizerische Bauzeitung* du 2-8-47), qui peut être analysé avec une teneur finale de 1 mg par litre environ, au sulfate de manganèse (1) qui permet un dosage précis avec une dilution encore plus grande. Récemment, le Laboratoire d'Hydraulique de l'Ecole des Ingénieurs Hydrauliciens de Grenoble a mis au point l'utilisation de bichromate de soude, qui doit être injecté, pour avoir la précision maximum, avec un débit initial tel que la concentration finale, résultant du mélange de la solution mère avec l'eau de la rivière, soit de 1 à 2 mg par litre (Communication du Laboratoire à la Maison de la Chimie à Paris — Communication au Congrès de l'A.I.R.T.H., de septembre 1949, à Grenoble).

C'est en employant le bichromate que furent tarées, sous la direction du Laboratoire d'Hydraulique, au cours des années 1948 et 1949, les stations de jaugeage que l'Electricité de France avait installées à Bonneval sur l'Arc, à Avérole sur le torrent d'Avérole et à Entre-Deux-Faux sur le Doron de Termignon. La précision de la vingtaine de mesure fut remarquable, les points de mesure s'écartant très peu de la ligne moyenne qu'ils définissent.

L'appareil à débit constant était basé sur le principe du vase de Mariotte. Les prélèvements étaient effectués au moyen de perches métalli-

(1) Méthode proposée en 1925 par M. Pruvot, ingénieur aux laboratoires de la Compagnie A.F.C.

ques de 4 m de long environ, comportant un embout recevant les bouteilles destinées à prélever des échantillons d'eau diluée. Ces perches donnèrent toute satisfaction et leur emploi fut ensuite généralisé.

Le matériel, spécialement le vase de Mariotte, est lourd et, s'il est facile de le transporter en été, notamment en Jeeps (celles-ci s'avèrent souvent d'un précieux secours par leur facilité à passer même dans des chemins muletiers à 20 ou 30 % de pente), il serait rigoureusement impossible de l'amener sur place en hiver. Or justement, durant cette période, les débits sont beaucoup plus faibles, du moins dans nos régions et, en général, remarquablement stables au cours des mois de décembre, janvier, février et même mars, ce qui augmente l'intérêt des mesures isolées. Ceci nous donna l'idée de réaliser un matériel spécial transportable à dos d'hommes à skis pour avoir le maximum de facilités d'accès.

### 1° APPAREIL A DÉBIT CONSTANT

Il est encore basé sur le principe du vase de Mariotte, constitué par un jerricane, type américain, modifié et adapté à ses nouvelles fonc-

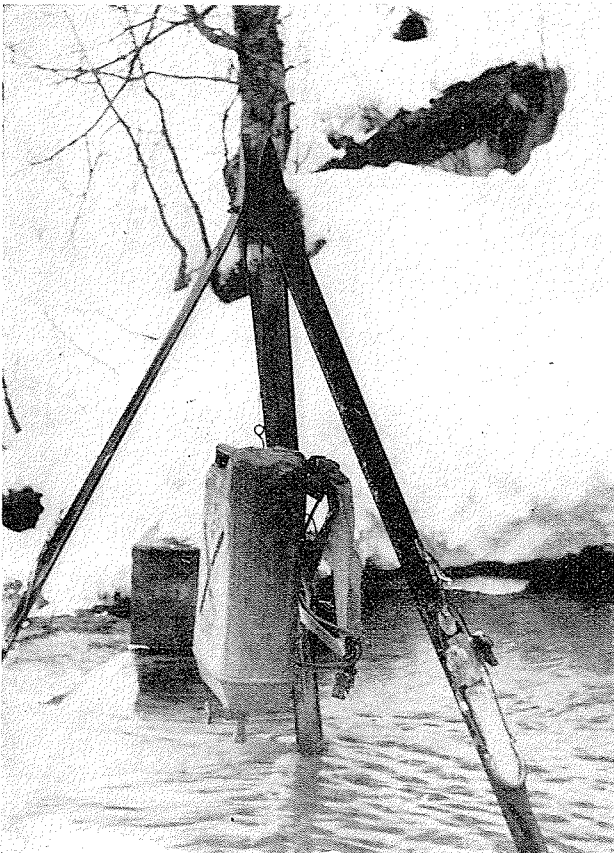


PHOTO N° 1. — APPAREIL A DÉBIT CONSTANT.

tions. L'appareil est soudé sur une armature de sac tyrolien. Il pèse 7 kg et constitue la première charge d'une équipe de jaugeage. Sa contenance utile est à peu près de 20 litres (photo n° 1).

L'expérience ayant montré que la durée d'injection, compte tenu des caractéristiques de torrent, devait atteindre dix minutes environ, le débit serait de 33 cm<sup>3</sup>/sec. Si on admet qu'il faut limiter la concentration de la solution mère à 100 g par litre, on injectera, si on utilise le bichromate, 3,30 g de ce sel à la seconde, ce qui permettra de jauger avec une bonne précision (concentration finale 1 mg/litre), 3,30 m<sup>3</sup>/sec. En réalité, on pourrait dépasser ce chiffre si, par suite des caractéristiques du torrent, on pouvait injecter seulement pendant 5 minutes et si on dépassait la concentration de 100 g par litre pour la solution mère, ce qui ne présente pas d'impossibilité théorique.

Pour l'injection, l'appareil est suspendu par un câble à un trépied formé de trois skis, assemblés en faisceaux à l'aide d'une pièce spéciale. Ce système permet une mise en place très rapide et garantit la position verticale de l'appareil (ce qui est indispensable pour avoir un débit injecté constant entre plusieurs jaugeages), quelle que soit la configuration, parfois extrêmement heurtée, des rives du torrent sur lequel il est installé. La pièce d'assemblage peut être adaptée sur n'importe quel ski sans préparation, ce qui n'est pas sans simplifier la question du réglage des fixations.

### 2° PERCHES DE PRÉLÈVEMENT

Celles-ci sont constituées par les bâtons de skis. Un embout en tôle assez résistante peut être adapté à leur extrémité, à l'aide d'une goupille. Un simple ressort permet de coincer la bouteille à prélèvement dans l'embout, sans fixation spéciale.

Au cas où le torrent serait relativement large, les deux bâtons peuvent être emboîtés l'un dans l'autre et constituer ainsi une perche de 2,5 m de longueur environ. Leur assemblage est relativement rigide, car on a eu soin de choisir des bâtons coniques; ils tiennent surtout par coincement, mais on a ajouté une goupille à titre de sécurité. Ils sont, par ailleurs, de type courant.

Ce dispositif de prélèvement est d'une utilisation simple et donne également toute satisfaction.

### 3° MATÉRIEL DIVERS

Celui-ci comprend :

— Les accessoires : pinces, goupilles, fil de fer.

- Deux ou plusieurs boîtes, type camping, contenant le sel à injecter et la fluorescéine destinée à déterminer si la distance entre le point d'injection et le point de prélèvement est compatible avec la durée d'injection et permettra un mélange homogène de la solution. Ces boîtes servent également à préparer la solution saline transvasée ensuite dans le jerricane.
- Enfin, nous avons prévu, lors de la constitution du matériel, une lampe à souder destinée à réchauffer le vase pour permettre d'effectuer des opérations par temps très froid. Les conditions atmosphériques ont été jusqu'à présent telles que nous n'avons pas eu besoin de nous en servir.

Ce matériel est contenu dans une caisse en bois solidement arrimée sur une armature de sac tyrolien, qui constitue la seconde charge de l'équipe. Le poids en est d'ailleurs notablement plus faible que celui du vase et on peut, sans surcharger le porteur, y ajouter vêtements et nourriture indispensables si le lieu de jaugeage nécessite une longue marche d'approche.

#### 4° FLACONS DE PRÉLÈVEMENT

Ces flacons sont au nombre d'une vingtaine. Ils sont contenus dans une caisse en bois qui



PHOTO n° 2. — Le porteur de droite est assis sur le jerricane, à côté de lui la charge « matériel divers ». Le porteur de gauche est assis sur la caisse à bouteilles. A noter qu'il est bien préférable, pour l'équilibre des porteurs, surtout en descente, de mettre la caisse à bouteilles, plus lourde, à la partie inférieure de l'armature.

repose sur une armature de sac tyrolien. Le poids de cette charge à la montée est également relativement réduit. Les flacons sont soigneuse-

ment coïncés, de façon à ne pas risquer de se casser en cas de chute intempestive du porteur.

L'ensemble des trois charges est représenté sur la photo N° 2.

#### UTILISATION DU MATERIEL

Ce matériel, tel qu'il vient d'être décrit, a déjà rendu de nombreux services et, actuellement, a été utilisé jusqu'à 3 m<sup>3</sup>/sec. La première opération a été effectuée à 2.000 m d'altitude, sur le Polset, affluent de l'Arc, près de Modane. Sur tout son cours, ce torrent n'était découvert qu'en deux endroits, distants de 100 m environ, juste suffisant pour réaliser injection et prélèvement. Le jaugeage lui-même a duré une heure, la montée, la descente et les arrêts 4 h 1/2 (Photos Nos 3 et 4). On peut admettre couramment que la précision de la mesure est comprise entre 3 et

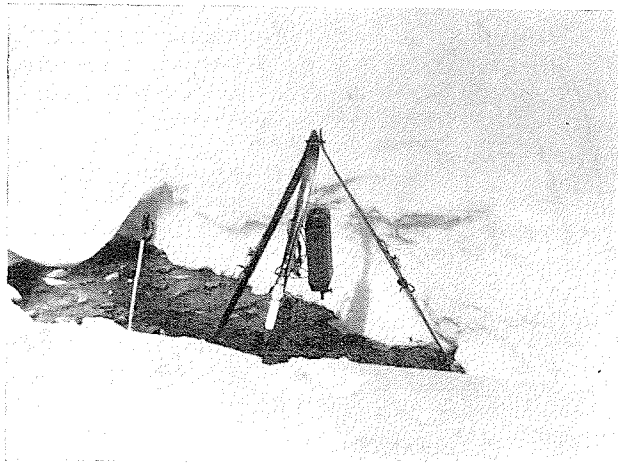


PHOTO n° 3. — JAUGEAGE DU POLSET. — Point d'injection.



PHOTO n° 4. — JAUGEAGE DU POLSET. — Point de prélèvement.

5 %, même meilleure dans certains cas privilégiés.

En dépit de sa simplicité apparente, ce matériel est susceptible de recevoir encore des perfectionnements. Les conditions atmosphériques (froid, vent) font que toute amélioration de détail, permettant de diminuer aussi peu que ce soit la durée de l'opération, a son prix. Il est encore possible d'en trouver beaucoup, car le nombre de variables est plus grand qu'on peut se l'imaginer. La capacité des flacons de prélèvement est encore trop grande, le nombre des flacons trop élevé, de sorte que la 3<sup>e</sup> charge pourra être notablement diminuée. Il est possi-

ble également que des caisses en métal soient bien préférables aux caisses en bois. Le nombre des opérateurs pourra alors être réduit à deux, sauf pour des conditions d'accès spéciales où la prudence recommanderait de maintenir les trois participants.

M. CHARDONNET, qui a effectué la mise au point de l'ensemble et M. MOLBERT, qui a retiré des premières opérations de précieux renseignements, ont su rendre, par des perfectionnements judicieux, le maniement de cet appareillage sûr et commode. Le poids global atteint actuellement moins de 20 kg, mais il est probable qu'il pourra encore être notablement réduit.

