

COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS
COMMENTS AND DISCUSSIONS

Les formules d'écoulement de l'hydraulique pratique*

The flow formula of practical hydraulics*

Je me rapporte à l'article intéressant de M. T. BLENCH, « Formule d'écoulement de l'hydraulique pratique », qui a paru dans *la Houille Blanche*, n° 4, août-septembre 1952. Les exemples de la page 606 ne sont pas concluants; au contraire, ils semblent confirmer les formules logarithmiques usuelles.

(1) Le revêtement du tunnel en acier peint avec la valeur très faible $f = 0,0087$, correspond, d'après BLENCH, à une rugosité $k = 0,09$ mm (formule (3 α) de NIKURADSE) et $k = 0,69$ mm (formule de BLENCH (3)).

Il paraît que les deux formules, applicables au régime rugueux seulement avec turbulence complètement développée, ne sont pas applicables ici. Une peinture lisse, même avec ondulations et bosses jusqu'à 3 mm de hauteur, correspond à l'écoulement ondulatoire transitoire de HOPF, comme, par exemple, en conduites asphaltées, avec $f = 1,2$ à $1,5 \times f$ (de l'écoulement lisse). Une vitesse hypothétique de 2 à 3 m/s donne :

$$Re = VD/\nu = 3 \times 6,9 \times 10^6 = 2 \times 10^7.$$

La formule de BLASIUS-HOPF (proposée par BLENCH) donnerait alors une valeur erronée : $f = 1,2 \times 0,316/Re^{0,25} = 0,0057$; tandis que la formule logarithmique de PRANDTL-HOPF donne la valeur observée : $f = 0,009$.

* *La Houille Blanche*, n° 4, 1952, p. 591.

I refer to the interesting paper by T. BLENCH « The flow formula of practical hydraulics » which appeared in *la Houille Blanche* N° 4, Aug.-Sept. 1952. The examples on p. 606 are not conclusive, but on the contrary, seem to verify the usual logarithmic formulae.

(1) The painted steel tunnel lining with the very low value $f = 0.0087$ gives according to BLENCH a roughness $k = 0.09$ mm with the NIKURADSE formula (3 α) and $k = 0.69$ mm with BLENCH formula (3).

It appears that both formulae, which apply to rough flow only with completely developed turbulence, are inapplicable here.

Smooth paint with ridges and bumps up to 3 mm height corresponds to HOPF's wavy transition flow, such as in asphalted pipes, with $f = 1.2$ to $1.5 \times f$ (for smooth flow).

The assumed average velocity of 2 to 3 m/s gives : $Re = VD/\nu = 3 \times 6.9 \times 10^6 = 2 \times 10^7$. BLASIUS-HOPF formula (suggested by BLENCH) would give a wrong answer :

$$f = 1.2 \times 0.316/Re^{0.25} = 0.0057;$$

whereas PRANDTL-HOPF logarithmic formula gives the observed value : $f = 0.009$.

(2) The case of the rock tunnel with the observed average overbreak of 210 mm is even more striking. The logarithmic formula (3 α) gives the equivalent NIKURADSE sand roughness 560 mm, which is approximately twice the

* *La Houille Blanche*, n° 4, 1952, p. 591.

(2) Le cas du tunnel en rocher avec projections de 210 mm est encore plus frappant. La formule logarithmique (3 a) donne une rugosité en sable équivalent de NIKURADSE de 560 mm, ce qui est approximativement le double des rugosités. La hauteur des rugosités est donc ~ 280 mm, ce qui est en accord satisfaisant avec l'observation. Il ne faut pas oublier que la rugosité de NIKURADSE correspond plutôt à la hauteur maximum qu'à la moyenne (V. : On steady flow formulae in pipes and channels by S. IRMAY; 3rd Meeting of I.A.H.S.R., Grenoble, 1949).

Ces quelques lignes de commentaires ont été transmises à l'auteur, qui nous fait part des remarques suivantes :

Il apparaît, d'après la lettre de M. IRMAY du 3 février 1953, que la nécessité de résumer des renseignements qui se trouvent développés aussi bien dans la référence 4 de la bibliographie que dans ma communication technique n° 2 à l'Institut Technique Canadien (« Une formule de MANNING remaniée ») — communication non signalée — a conduit à quelques malentendus.

En ce qui concerne le point 2 de M. IRMAY, je préfère ne pas répondre, car je ne pense pas que l'on puisse se livrer à une évaluation précise de la rugosité en prenant comme étalon des grains de sable enrobés de vernis, considérés comme ayant le même effet que du rocher à arête vive d'une nature quelconque; tout particulièrement, lorsque les saillies rocheuses sont si grandes que des résultats totalement différents peuvent être obtenus suivant que l'on adopte comme diamètre le diamètre moyen ou tout autre diamètre.

En ce qui concerne le premier point de M. IRMAY, celui-ci se divise en deux parties. En premier lieu, lorsqu'il s'agit seulement de comparer les mérites de deux formules dans le cas d'écoulements turbulents entièrement établis, je me suis servi de la rugosité extrapolée f pour la conduite enduite de bitume, comme dans la bibliographie 4; ceci paraissait raisonnable dans ce cas. En second lieu, je n'ai pas recommandé l'usage de la formule BLASIUS-HOPF pour cette conduite; en fait, sur ma figure 1, les données expérimentales sont représentées par la courbe intitulée « enduit bitumineux », qui est tout entière dans la zone de transition correspondant au passage du « lisse » au « rugueux ». Cette courbe avait été tracée à l'origine dans ma com-

roughness; so the projections are ~ 280 mm, which is in fair agreement with the observed value. It should be borne in mind that NIKURADSE roughness corresponds rather to the maximum, and not to the average roughness (see : On steady flow formulae in pipes and channels by S. IRMAY; 3rd Meeting of I.A.H.S.R., Grenoble, 1949).

S. IRMAY,

Hebrew Institute of Technology,
Hydraulics Laboratory.
Haïfa - Israël.

This short commentary was passed on to the author who made the following remarks :

I see from Mr. S. IRMAY's letter dated February 3, 1953, that the need for condensing information given fully in Item 4 of Bibliography, and also in my Tech. Paper No. 2 of the Engineering Institute of Canada "A Revised Manning Flow Formula" (not quoted) has led to some misunderstanding.

Regarding his point (2) I prefer not to argue, for I do not think that any accurate assessment can be made of the height of roughnesses scaled up from japanned sand grains to give the same effect as jagged rock of unspecified nature, particularly when the jaggedness is so great that markedly different results will be obtained if an enveloping diameter is used instead of a mean one.

Regarding his point (1), which falls into two parts. First, purely for comparison of the merits of two formulae for fully developed turbulent conditions I used the extrapolated roughness, f , for the bitumenised pipe, as in Bib. 4; this seemed reasonable for the purpose. Second, I did not recommend using the BLASIUS-HOPF formula for that pipe; in fact in my Fig. 1 the data are represented by the curve marked "Appalachian bit" which is all in the transition zone from smooth to rough conditions. That curve was drawn originally in the Tech. Paper No. 2 (see above) to show how wrong the PRANDTL-HOPF formula is—its equation is plotted as "logarithmic formula" in Fig. 1—and that the assumed correctness of the BLASIUS-HOPF

munication à l'Institut Technique Canadien (cf. ci-dessus), pour montrer combien la formule de PRANDTL-HOPF était incorrecte — la courbe correspondant à cette équation est reportée sur la figure 1, avec la mention « formule logarithmique » — et pour montrer que l'hypothèse de la validité de la droite de BLASIUS-HOPF se trouvait vérifiée par la courbe trouvée; courbe qui, malheureusement, ne se prolongeait pas tout à fait jusqu'à la droite en question. L'affirmation de M. IRMAY suivant laquelle « la formule logarithmique de PRANDTL-HOPF donne pour f la valeur observée de 0,009 » est difficile à comprendre en tenant compte de la figure 1.

Sans doute tout ceci semblera-t-il plus clair si je dis que, dans tous les cas pratiques où il convient d'analyser une rugosité, je réserve toujours mon appréciation quand il s'agit de circonstances nouvelles, jusqu'à ce que j'aie pu pointer sur la figure 1 un nombre suffisant de résultats expérimentaux. Pour les calculs, une fois que je sais dans quelle zone se trouvent les points expérimentaux, j'utilise soit l'équation de BLASIUS, soit l'équation 3, selon qu'il s'agit d'écoulement « lisse » ou « rugueux »; pour les zones de transition, j'opère graphiquement.

line is consistent with the curve which, unfortunately, does not quite reach it. The statement by Mr. IRMAY that "the PRANDTL-HOPF logarithmic formula gives the observed value of $f = 0.009$ " is difficult to understand in terms of Fig. 1.

Perhaps matters will be clearer if I say that, in purely practical questions of analysing roughness, I should always reserve judgement of new circumstances, till I had plotted a sufficient range of data on Fig. 1. For calculations, after I knew in what zone the data were falling, I should use BLASIUS or Eqn (3) for smooth or rough conditions respectively, and graphed experience for transition.

T. BLENCH,

*Assoc. Prof. of Civil Engineering,
University of Alberta,
Edmonton, Alberta (Canada).*

