

Sur l'emploi d'échelles verticales et horizontales différentes dans les études sur modèles réduits en hydraulique

par MM. C. CAMICHEL, E. FISCHER et L. ESCANDE.

Dans l'étude sur modèles réduits des phénomènes d'hydraulique fluviale ou maritime, il est d'une pratique courante d'adopter des échelles horizontales et verticales très différentes ; cela résulte de l'obligation où l'on se trouve d'employer une échelle horizontale assez faible pour limiter l'encombrement du modèle, tout en maintenant dans celui-ci un tirant d'eau suffisant ; en effet, si la profondeur devenait trop petite, la viscosité interviendrait pour perturber l'écoulement et détruire la similitude hydraulique, et il pourrait même arriver qu'au mouvement turbulent existant dans la nature, corresponde dans le modèle un mouvement laminaire sans aucun rapport avec celui-ci.

Avec ces échelles verticales et horizontales différentes, il n'y a plus de similitude géométrique entre l'ouvrage et son modèle ; celui-ci devient une représentation conventionnelle de l'ouvrage à étudier et il n'existe aucune raison théorique qui permette d'affirmer a priori, que les mouvements hydrauliques existant dans le modèle, seront la représentation, sur les mêmes bases conventionnelles, des phénomènes susceptibles de se produire dans l'ouvrage.

Plusieurs essais, effectués suivant cette méthode, en particulier les études de l'estuaire de la Mersey faites par Osborne REYNOLDS, ont indiqué certaines concordances entre les phénomènes constatés dans la nature et les résultats des expériences de laboratoire.

Toutefois, il n'a jamais été fait d'expérience précise permettant de se rendre compte de la validité de ce mode opératoire, ce qui est d'autant plus étonnant que celui-ci est depuis longtemps d'usage courant dans tous les laboratoires. C'est pourquoi nous avons entrepris des expériences dans ce but ; nous allons indiquer les premiers résultats que nous avons obtenus.

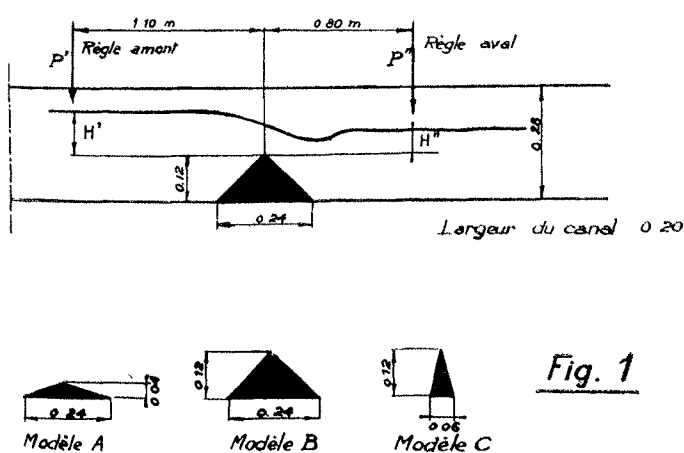


Fig. 1

Nous avons abordé le cas particulièrement simple d'un mouvement à deux dimensions : l'écoulement plan correspondant au déversement sans contractions latérales au-dessus d'un seuil à section droite triangulaire placé en travers d'un canal d'expérience de 20 cm. de largeur, comme l'indique la fig. 1.

Le modèle de base étant A, déversoir de 24 cm. de base sur 4 de hauteur, un second modèle B de 24 de base sur 12 de hauteur correspond à une même échelle horizontale et à une échelle

verticale trois fois plus grande ; un dernier modèle C de 6 de base sur 12 de hauteur peut être considéré par rapport à A, comme un modèle ayant une échelle horizontale 4 fois moindre et une échelle verticale triple ; ce modèle peut encore être considéré comme le modèle réduit à l'échelle unique 1/4 d'un modèle qui, par rapport à A, correspondrait à une même échelle horizontale, et à une échelle verticale 12 fois plus grande.

Les lois semi-empiriques qui commandent les essais à échelles différentes, verticales et horizontales, conduisent aux relations suivantes entre les quantités homologues correspondant à ces divers modèles :

$$\sqrt[3]{Q_A = Q_B = Q_C}$$

$$L_A = L_B = L_C$$

$$3 H_A = H_B = H_C$$

Q_A, Q_B, Q_C , désignant les débits, L_A, L_B, L_C , des distances horizontales homologues, H_A, H_B, H_C , des distances verticales homologues, correspondant, respectivement, aux modèles A, B, C.

Nous avons comparé les résultats fournis par des divers modèles dans trois séries d'expériences différentes (voir fig. 2), que nous allons caractériser par les quantités relatives au modèle B, les grandeurs correspondant aux autres modèles se déduisant de celles-là au moyen des relations ci-dessus :

1° La charge amont au-dessus du seuil, mesurée avec la pointe P', (fig. 1), a la valeur $H'_B = 12$ cm. la retenue aval étant caractérisée par la hauteur $H''_B = 6$ cm. au-dessus du seuil du plan d'eau à l'emplacement de la pointe P' (fig. 1).

Le débit correspondant était alors $Q_B = 16,85$ lit/sec.

En prenant des charges homologues pour les modèles A et C, nous avons trouvé pour les débits correspondants, des valeurs telles que $Q_C = 16,45$ lit/sec. et $3 \times \sqrt[3]{3} \times Q_A = 17,4$ lit/sec. On voit que la loi des débits est approximativement vérifiée.

Par contre, en comparant le profil de la surface libre d'une part, et de la surface de discontinuité limitant le dessous de la lame déversante, d'autre part, dans les divers modèles, compte tenu des différentes échelles, on trouve des courbes très nettement distinctes les unes des autres ; les trajectoires n'obéissent donc pas à la convention géométrique imposée au modèle.

2° Une seconde série d'expériences était caractérisée, dans le cas du modèle B ; par l'écoulement d'un débit $Q_B = 12$ lit/sec. la retenue aval étant telle que la charge mesurée en P' soit $H'_B = 12$ cm. l'écoulement se faisant en nappe ondulée avec une dénivellation insignifiante entre l'amont et l'aval du modèle. En opérant dans des conditions homologues avec les modèles A et C., nous avons trouvé que les surfaces de discontinuité inférieures, coïncidaient sensiblement dans les trois modèles ; en ce qui concerne les surfaces libres, il y avait coïncidence approximative entre les modèles A et C, le modèle B donnant une surface nettement inférieure.

3° En dénoyant complètement l'aval du modèle, et réglant la charge amont à la valeur $H'_B = 12$ cm. nous avons trouvé comme valeur du débit $Q_B = 18,1$ lit/sec. En opérant dans

des conditions homologues avec les modèles A et C, nous avons trouvé, pour les débits qui s'écoulaient, des valeurs $Q_G = 18,35$ lit/sec. et Q_A , telle que $3 \times \sqrt{3} \times Q_A = 18,8$ lit/sec. les débits, tout en étant du même ordre, sont toutefois relativement plus forts pour le modèle A.

En ce qui concerne les surfaces libres et les surfaces de dis-

éléments, comme les débits, obéissent assez bien à la loi de réduction correspondant à l'emploi d'échelles verticales et horizontales différentes, par contre, pour d'autres points, comme les surfaces examinées dans l'étude actuelle, il n'existe guère de concordance entre les divers modèles.

Ces résultats montrent toute la complexité de cette question,

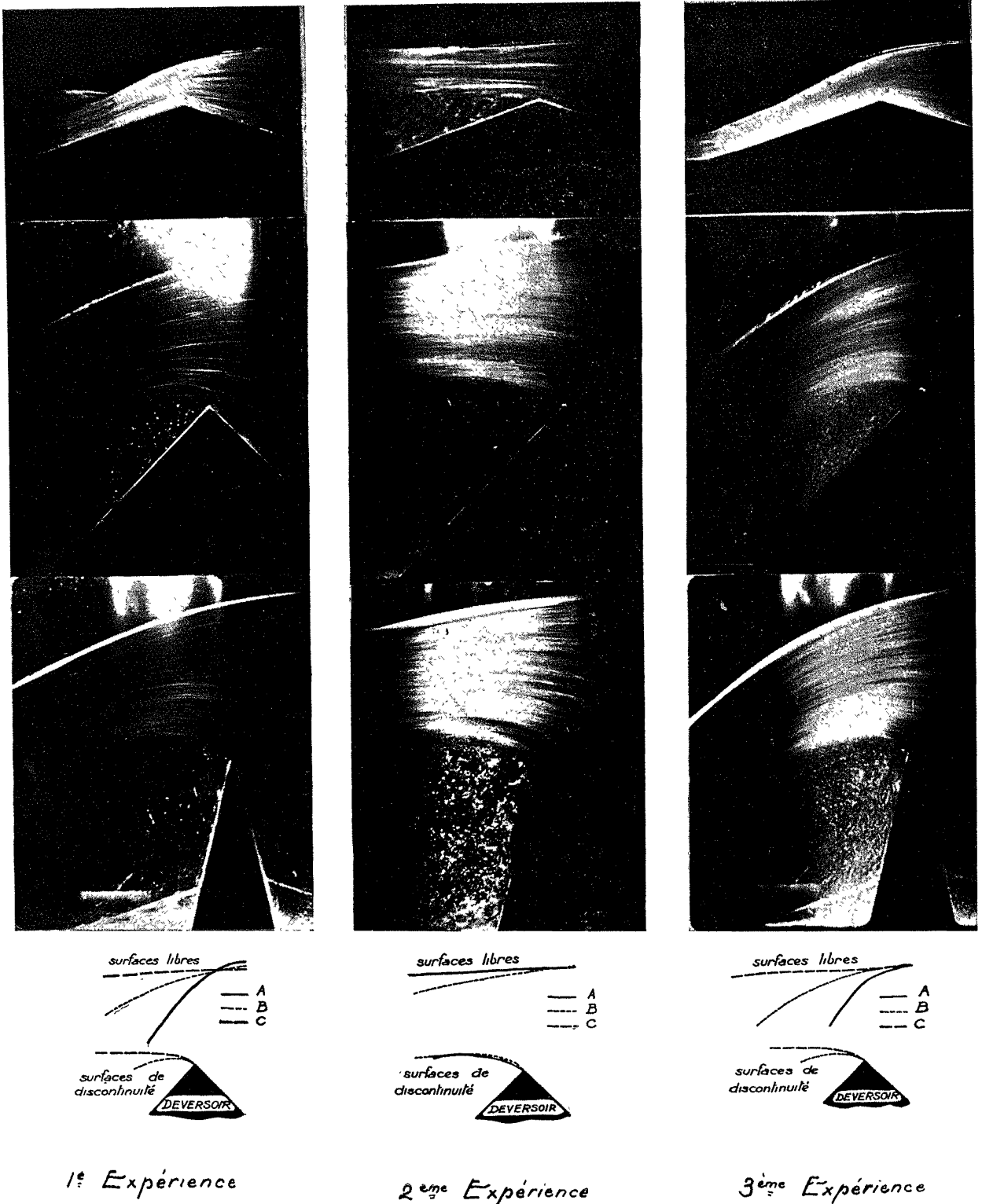


Fig. 2

continuité relatives aux divers modèles, leur comparaison, à partir des conventions géométriques adoptées, montre qu'il n'existe aucune coïncidence entre elles.

Conclusion

Les expériences précédentes montrent donc que, si certains

dont l'intérêt est très grand en raison de son application constante aux études d'hydraulique fluviale et maritime, effectuée par les Laboratoires ; il importe donc de poursuivre des recherches systématiques dans ce domaine.

Dans une prochaine note, nous envisagerons certains points concernant les affouillements.