

Exercice 14

ETABLISSEMENT D'UNE COURBE DE TARAGE

Un cours d'eau draine un bassin versant de 147 km^2 . La station de jaugeage est située au débouché d'un pont au milieu d'un tronçon à peu près uniforme et de faible pente (environ 0,1%). Le pont ne fait pas de singularité dans l'écoulement tout au moins sur une plage raisonnable de hauteurs. Les caractéristiques de la section sont données en figure 14.1 ainsi que les niveaux jaugés.

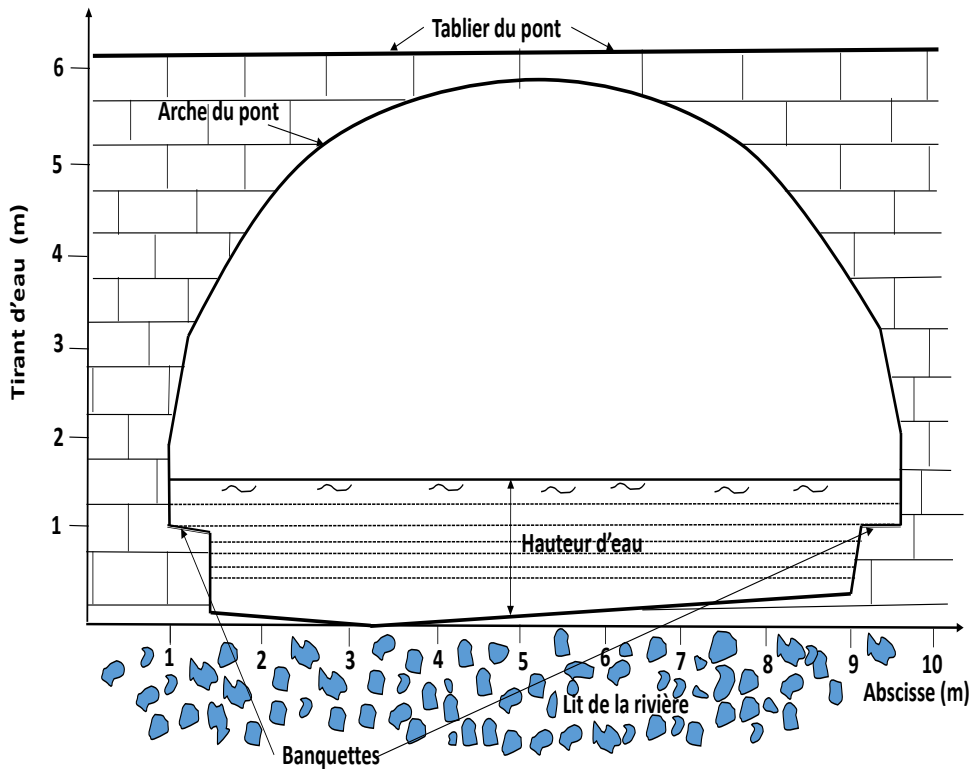


Fig.14.1. Section de mesures sous le pont

Dix jaugeages ont été effectués en moyennes et hautes eaux jusqu'à une hauteur de 1,51m à l'échelle. Les résultats de ces mesures figurent dans le tableau 14.1.

Tableau 14.1. Jaugeages

H(m)	0,53	0,56	0,56	0,60	0,77	0,79	0,88	1,00	1,24	1,51	2,05	2,85	3,50	4,93
S (m ²)	1,83	2,02	2,06	2,37	3,69	3,88	4,58	5,55	7,59	0,05	4,89	22,00	27,28	36,25
P(m)	8,24	8,30	8,31	8,38	8,72	8,77	8,94	9,19	10,60	1,15	2,22	13,94	15,62	19,56
R _H (m)	0,22	0,24	0,25	0,28	0,42	0,44	0,51	0,60	0,72	0,90	1,22	1,58	1,75	1,85
Q (m ³ /s)	1,38	1,63	1,95	2,18	4,80	5,27	6,46	9,28	15,10	1,98				
V (m/s)	0,76	0,81	0,95	0,92	1,30	1,36	1,41	1,67	1,99	2,19				

Par ailleurs 4 crues ont été observées pour des hauteurs entre 2 et 5 m. Connaissant les hauteurs de ces crues et le profil en travers, on a pu en déduire la surface mouillée, le périmètre mouillé et le rayon hydraulique pour ces quatre plus fortes crues.

Etablissez la courbe de tarage jusqu'à une hauteur de 5 mètres.

Corrigé :

La connaissance du profil en travers permet d'associer à chaque niveau H, la surface mouillée S, le périmètre mouillé P et donc le rayon hydraulique $R_H = S/P$.

En régime uniforme, la formule de Strickler indique que la vitesse varie comme le rayon hydraulique à la puissance 2/3. Cependant, cela n'est vrai, que si le coefficient de Strickler ne change pas et que si l'on est bien en régime uniforme. Ceci n'est nullement certain mais on peut néanmoins préjuger que la vitesse varie localement comme une fonction puissance du rayon hydraulique.

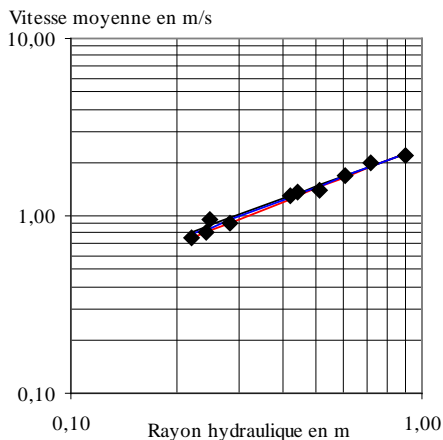


Fig.14.2. Relation Vitesse-Rayon Hydraulique

En figure 14.3, nous avons reporté les trois extrapolations possibles dans un graphique naturel. On constate que pour la plus forte des hauteurs l'incertitude est de 20 cm/s soit d'environ 5% !

Comme le montre la figure 14.2, les vitesses varient sensiblement selon une fonction puissance de R_H .

Nous avons étudié la relation en nous basant sur les 4 plus forts débits mesurés puis les 6 et enfin les 10 débits.

Les relations obtenues sont les suivantes :

Avec 4 points : $V=2,452 R_H^{0,783}$

Avec 6 points : $V=2,408 R_H^{0,722}$

Avec 10 points : $V=2,440 R_H^{0,751}$

Ces trois expressions sont très voisines et l'on remarque seulement que l'exposant est sensiblement supérieur au 2/3 que l'on pouvait attendre.

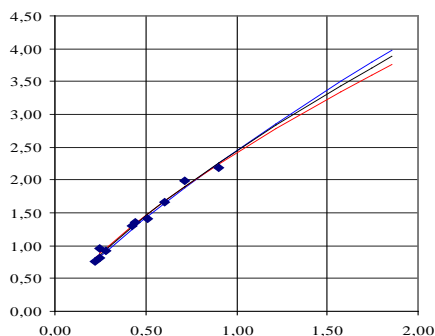


Fig.14.3. Extrapolation de la relation Vitesse-Rayon Hydraulique

Le tableau 14.2 récapitule les vitesses observées et estimées selon les 3 procédures.

Tableau 14.2. Comparatif des vitesses mesurées et estimées (V)

R_H	0,22	0,24	0,25	0,28	0,42	0,44	0,51	0,60	0,72	0,90	1,22	1,58	1,75	1,85
$V_{4 \text{ points}}$	0,75	0,81	0,82	0,91	1,25	1,29	1,45	1,65	1,89	2,26	2,86	3,51	3,79	3,98
$V_{6 \text{ points}}$	0,81	0,87	0,88	0,97	1,29	1,34	1,48	1,67	1,89	2,23	2,78	3,35	3,60	3,76
$V_{10 \text{ points}}$	0,79	0,85	0,86	0,95	1,28	1,32	1,48	1,67	1,90	2,26	2,83	3,44	3,71	3,88
$V_{\text{mesurée}}$	0,76	0,81	0,95	0,92	1,30	1,36	1,41	1,67	1,99	2,19				

Ayant pu ainsi extrapoler les vitesses pour les quatre hauteurs non jaugées, il suffit de la multiplier par les surfaces mouillées que l'on connaît à travers le profil en travers pour connaître les débits (Tab. 14.3).

Tableau 14.3. Comparatif des débits mesurés et estimés (Q)

H	0,53	0,56	0,56	0,60	0,77	0,79	0,88	1,00	1,24	1,51	2,05	2,85	3,50	4,93
R _H	0,22	0,24	0,25	0,28	0,42	0,44	0,51	0,60	0,72	0,90	1,22	1,58	1,75	1,85
Q _{4 points}	1,38	1,64	1,69	2,16	4,60	5,02	6,65	9,18	14,34	22,74	42,62	77,14	103,52	144,14
Q _{6 points}	1,48	1,75	1,81	2,29	4,76	5,18	6,80	9,29	14,37	22,47	41,35	73,66	98,25	136,31
Q _{10 points}	1,44	1,71	1,76	2,24	4,71	5,13	6,76	9,28	14,43	22,71	42,15	75,64	101,18	140,61
Q _{mesuré}	1,38	1,63	1,95	2,18	4,80	5,27	6,46	9,28	15,10	21,98				

Comme le montre la figure 14.4, on peut donc établir une courbe de tarage et l'extrapoler jusqu'à des hauteurs à l'échelle de 5 mètres en tenant compte de l'évolution du profil en travers. On notera que la courbe de tarage proposée présente une flexure au-delà de H=3m et que seule l'analyse du profil en travers peut laisser prévoir. En effet la section est voûtée !

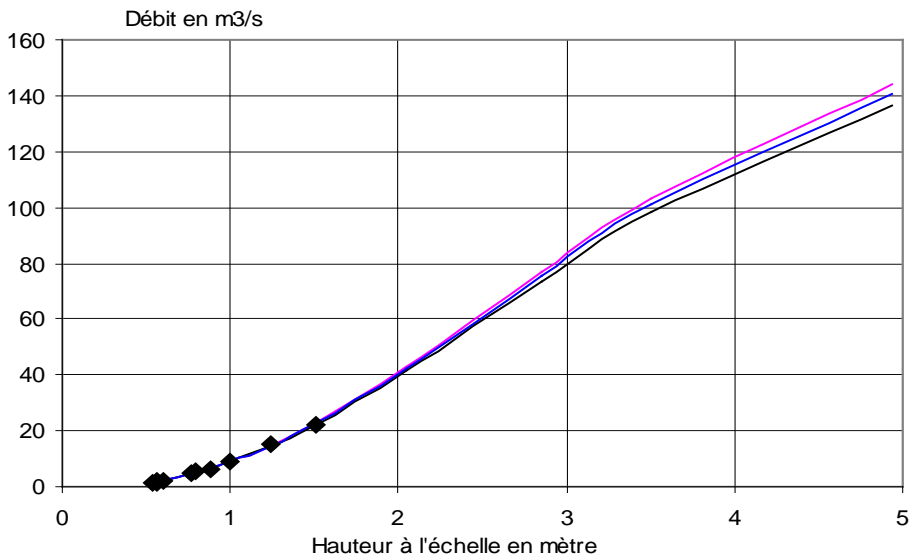


Fig.14.4. Courbes de tarage proposées pour ce pont

A partir de cette courbe de tarage, on peut présenter un barème d'étalonnage de cm à cm jusqu'à la hauteur jaugée et l'extrapoler aux débits non mesurés.

Il est à noter que les débits augmentent moins vite lorsqu'on se rapproche du tablier du pont, de ce fait, la courbe de tarage présente une double courbure à son extrémité.

Il faut cependant être très prudent car cette façon de procéder préjuge que les conditions hydrauliques de l'écoulement restent comparables (relation hauteur débit du type régime uniforme). Il n'est pas du tout certain que sera le cas. Il faudrait également analyser ce qui se passe en aval et voir si l'apparition d'un nouveau contrôle est possible ou peu probable.

&&&&&