

Exercice n° HG 0704 - Corrigé

Hydrométrie : dépouillement d'un jaugeage au moulinet effectué sur une section transversale d'un cours d'eau

Données de l'exercice :

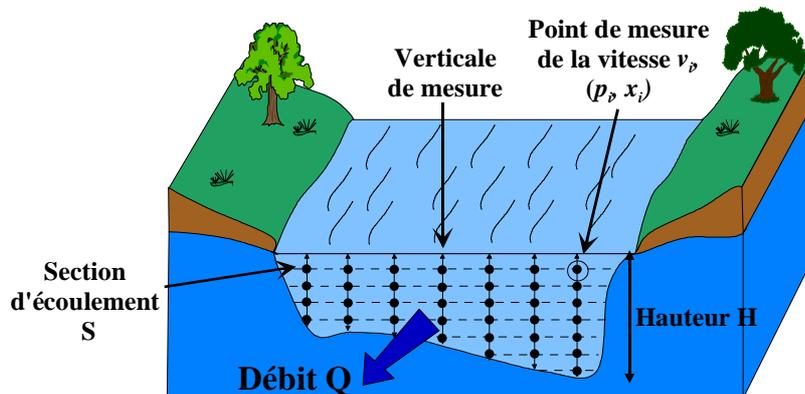
L'exercice porte sur le jaugeage au moulinet effectué sur une section transversale d'un cours d'eau dont les relevés sont regroupés dans le (tableau 1-énoncé) et dans un document Excel « HG0804_enonce.xls ». Le corrigé de l'exercice est disponible en document Excel « HG0804_corrige.xls ».

Question 1. Principe du jaugeage par exploration du champ de vitesse

Rappelons que la vitesse d'écoulement n'est jamais uniforme dans la section transversale d'un cours d'eau. Le principe de cette méthode consiste donc à calculer le débit à partir du champ de vitesse déterminé dans une section transversale du cours d'eau (en un certain nombre de points, situés le long de verticales judicieusement réparties sur la largeur du cours d'eau). Parallèlement à cette exploration du champ de vitesse, on relève le profil en travers du cours d'eau en mesurant sa largeur et en effectuant des mesures de profondeur.

Le débit Q [m^3/s] s'écoulant dans une section d'écoulement S [m^2] d'une rivière peut être défini à partir de la vitesse moyenne V [m/s] perpendiculaire à cette section par la relation :

$$Q = V \times S \quad (1)$$



Débit et champ des vitesses à travers une section

La section d'écoulement peut être évaluée en relevant la profondeur d'eau en diverses verticales réparties régulièrement sur toute la largeur. Plusieurs méthodes permettent de déterminer la vitesse moyenne de l'eau.

Question 2. Estimation du débit de la rivière à partir du jaugeage

⊙ Méthode à appliquer : Le jaugeage au moulinet

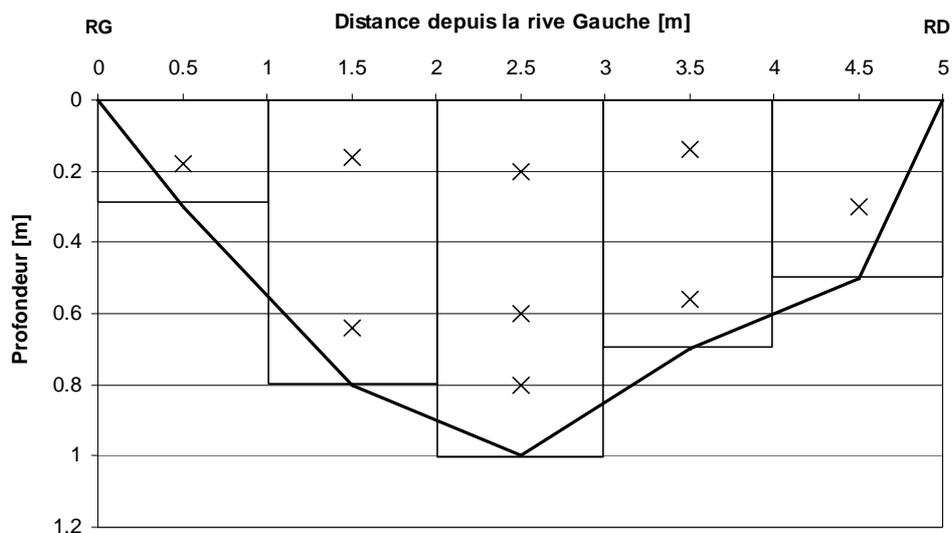
Le moulinet hydrométrique permet de mesurer la vitesse ponctuelle de l'écoulement. Le nombre de mesures sur une verticale est choisi de façon à obtenir une bonne description de la répartition des vitesses sur cette verticale. La vitesse d'écoulement est mesurée en chacun des points à partir de la vitesse de rotation de l'hélice située à l'avant du moulinet (nombre de tours n par unité de temps). La fonction $v = f(n)$ est établie par une opération d'étalonnage (courbe de tarage du moulinet).

Finalement, le calcul de la vitesse moyenne de l'écoulement sur l'ensemble de la section S de longueur L se fait par intégration des vitesses v_i définies en chacun des points de la section de profondeur p_i (variant pour chaque verticale de 0 à une profondeur maximale P) et d'abscisse x_i (variant pour chaque verticale de 0 à L) :

$$Q = \int_S \int V \cdot dS = \int_0^P \int_0^x v_i \cdot dp \cdot dx \quad (2)$$

⊙ Démarche et résultats :

Etape 1. Calcul du nombre de tours d'hélice par seconde N pour chacun des points des 5 verticales. Les différents points de mesures de la vitesse sont représentés dans la figure ci-dessous :



Etape 2. Calcul de la vitesse instantanée de l'eau en chaque point à partir de la vitesse de rotation de l'hélice selon la fonction de l'hélice $V=2N$.

Etape 3. Calcul de la vitesse moyenne pour chaque verticale. S'il y a plus de deux points sur une verticale, il est conseillé de calculer la vitesse moyenne en pondérant les vitesses par la profondeur (Office Fédéral de l'Economie Hydraulique, Guide des travaux en campagne pour les jaugeages au moulinet. Berne, 1973).

La vitesse moyenne pour la 3ème verticale s'obtient donc avec la pondération suivante: $\frac{1}{4}$ pour la vitesse à 20%, $\frac{1}{2}$ pour la vitesse à 60% et $\frac{1}{4}$ pour la vitesse à 80% de la profondeur

Etape 4. Calculer le débit pour chaque verticale. On fait l'hypothèse que la vitesse moyenne pour chaque verticale est la même dans un intervalle $+ ou - d/2$ où d est la distance entre deux verticales.

Le débit total est la somme des débits non-nuls, i.e. pour les verticales 2 à 5 : $Q = 1,37 \text{ m}^3/\text{s}$.