

NOTE POUR UNE ESTIMATION DE DEBIT A L'USAGE DES PARTICULIERS

1. PREAMBULE

La présente note a été rédigée par le bureau d'études Jacquel & Chatillon pour le compte de l'ADEME Bourgogne Franche-Comté, dans le but de permettre une estimation des débits d'un cours d'eau à l'usage des particuliers.

La note est non exhaustive, et ne saurait refléter la diversité des cas que l'on peut couramment rencontrer en hydraulique fluviale. Il est préconisé en cas de doute ou de calculs complexes de se rapprocher d'un bureau d'études spécialisé. Le bureau d'études ne pourra être tenu pour responsable de l'utilisation directe ou indirecte des éléments fournis dans cette note ainsi que du fichier Excel associé.

2. JAUGEAGE PAR FLOTTEUR

Principe

Le principe de la méthode consiste à estimer une vitesse moyenne d'écoulement et à la multiplier par la section verticale d'écoulement (en eau).

La méthode est très simple et rapide à mettre en œuvre. Elle est à favoriser sur des tronçons rectilignes. Elle permet de fournir un ordre de grandeur rapide des débits, avec une précision d'environ $\pm 20\%$.

On dépose dans le cours d'eau un objet flottant (feuille, branche, bouteille lestée) dont on mesure le temps de parcours sur une distance connue, ce qui permet de calculer la vitesse de surface :

$$V_S = \frac{L}{T}$$

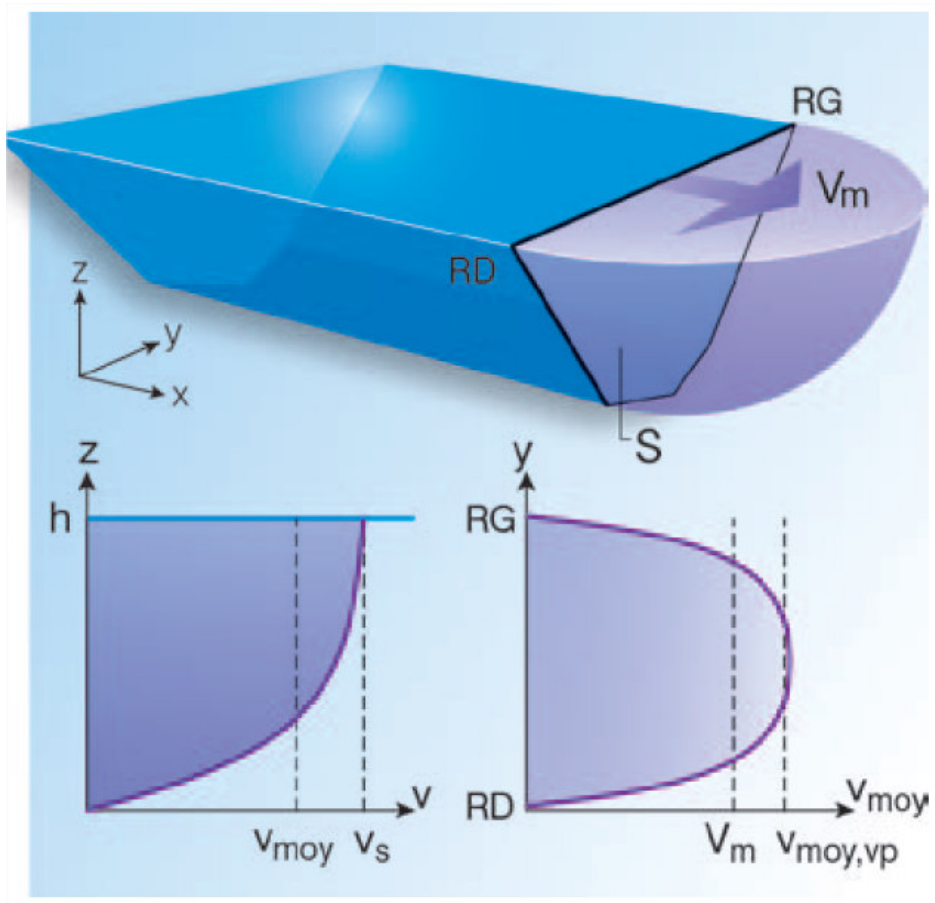
La vitesse moyenne des écoulements peut être estimée à 85 % environ de la vitesse de surface, pour tenir compte des vitesses plus limitées au fond et sur les bords.

$$V_M = 0.85 \times V_S$$

Le débit du cours d'eau correspond au produit de la vitesse moyenne par la section verticale en eau.

$$Q = V_M \times S$$

Notation	Unité	Description
L	m	Distance entre deux sections du cours d'eau
T	s	Temps de parcours du flotteur
V_S	m/s	Vitesse d'eau en surface
V_M	m/s	Vitesse moyenne d'écoulement
S	m^2	Section verticale en eau
Q	m^3/s	Débit du cours d'eau



Exemple d'application

On place deux jalons espacés de 10 m.

Le temps mis par le flotteur pour parcourir cette distance est mesuré à 14 secondes.

La vitesse de surface est donc de 0.714 m/s, soit une vitesse moyenne de 0.61 m/s.

Si la section verticale en eau de la rivière est de 4 m², le débit est alors estimé à 2.44 m³/s.

Précautions d'emploi

Le matériel nécessaire est très limité (un chronomètre, une règle graduée). Le temps de mise en œuvre ne dépasse pas 10 minutes.

Déposer le flotteur suffisamment loin en amont de la zone de mesure pour que le flotteur ait le temps d'atteindre sa pleine vitesse.

Idéalement le flotteur doit être assez enfoncé dans l'eau pour limiter l'effet du vent en surface (par exemple un fruit constitue un bon flotteur biodégradable, ou une bouteille remplie d'eau à 80%).

Refaire la mesure 3 à 5 fois et retenir la vitesse moyenne pour minimiser l'incertitude.

Pour aller plus loin

Voir le chapitre 6 du document *Contrôle des débits réglementaires* (ONEMA, 2011).

3. DEBIT PAR UNE VANNE OU UN ORIFICE

Principe

On réalise la mesure au niveau d'un ouvrage hydraulique calibré, fonctionnant en sous-verse, dont les lois d'écoulement sont bien définies.

Les équations sont différentes suivant le régime d'écoulement dénoyé (niveau d'eau aval inférieur au radier de la vanne) ou en régime noyé (niveau d'eau aval exerçant une contrepression et freinant les écoulements).

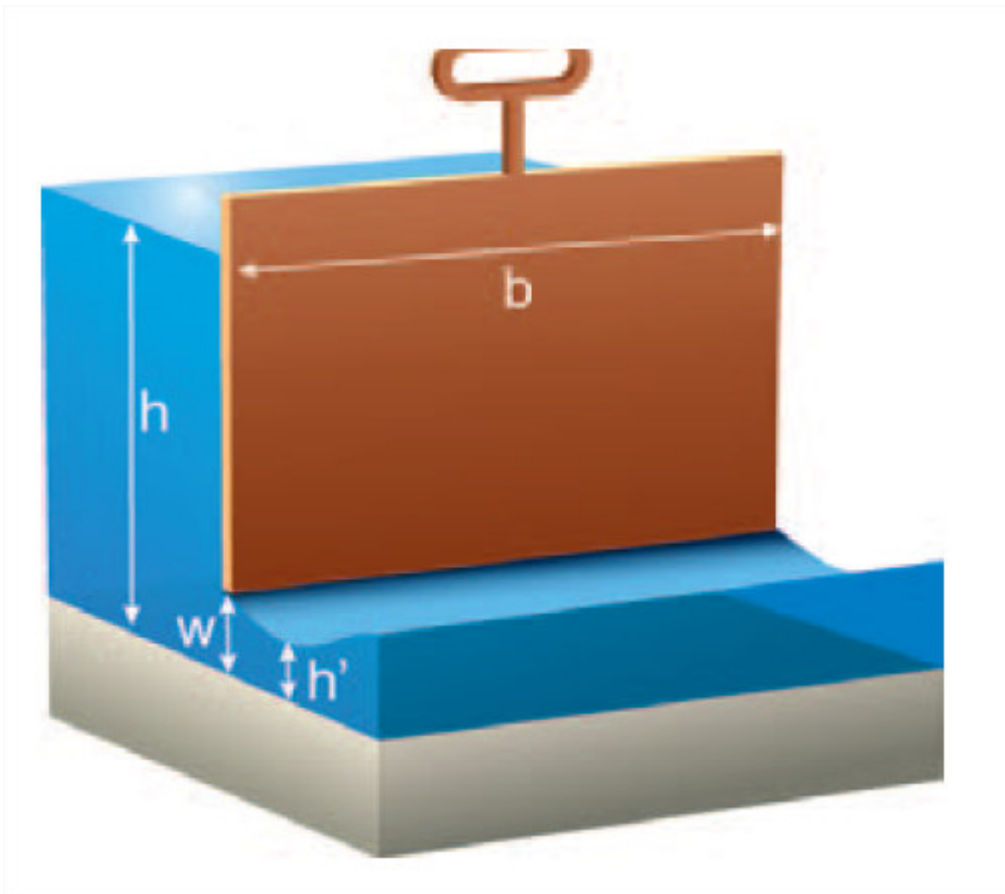


Vannes en régime dénoyé



Vannes en régime noyé

Vanne ou orifice dénoyé



Le débit est donné par la formule suivante :

$$Q = C_D \cdot B \cdot W \cdot \sqrt{2g \cdot H}$$

Notation	Unité	Description
Q	m^3/s	Débit
C_D	-	Coefficient de débit
B	m	Largeur d'écoulement
W	m	Hauteur d'ouverture
g	m/s^2	Constante de gravitation (valeur : 9.81)
H	m	Hauteur d'eau sur le radier

Le coefficient de débit peut être pris égal à 0.60 dans la plupart des conditions d'applications courantes.

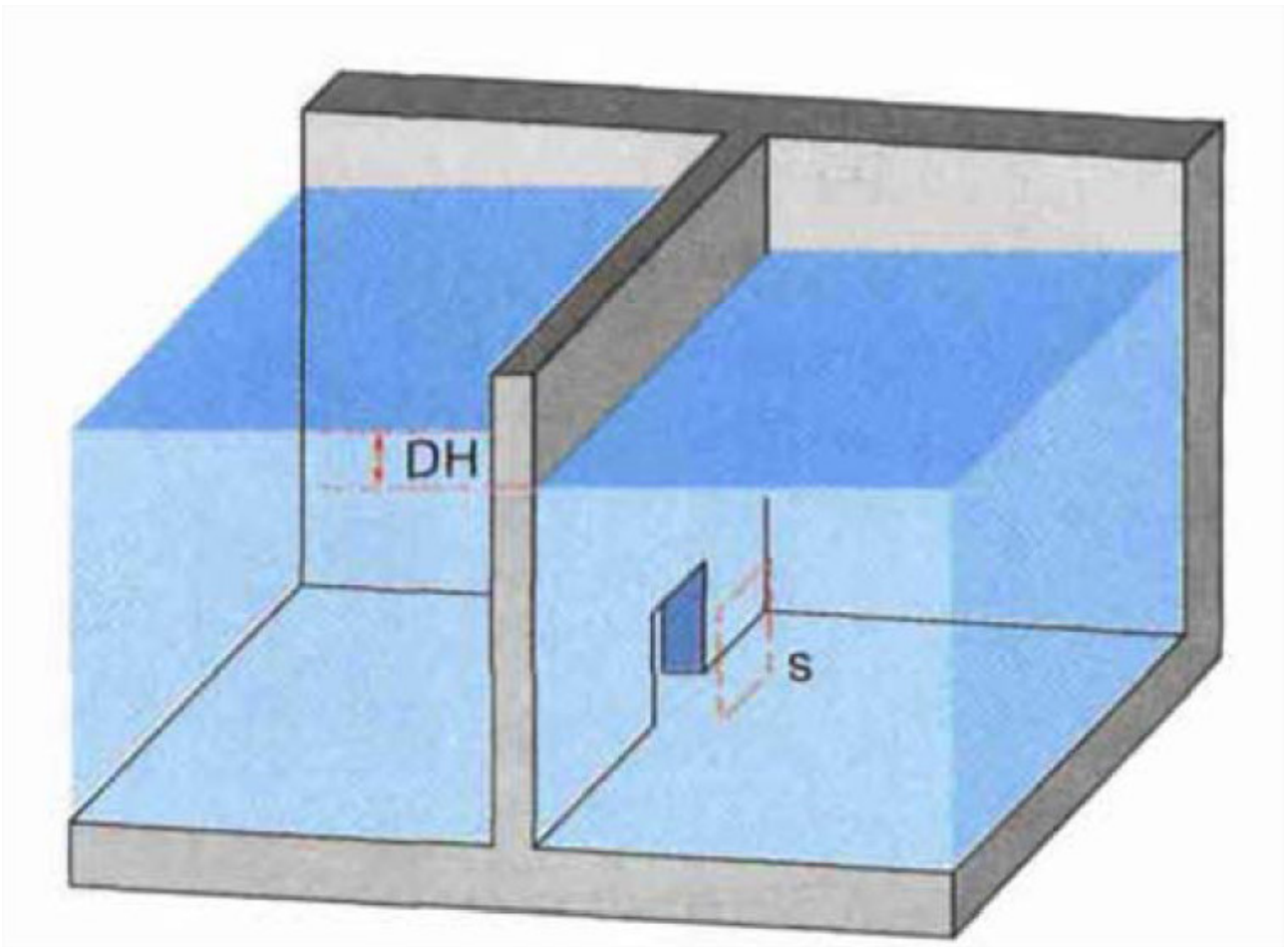
Exemple d'application :

Le débit transitant par une vanne large de 2.0 m, ouverte de 30 cm et présentant une hauteur d'eau amont de 2.5 m est donné par :

$$Q = 0.60 \cdot 2.0 \cdot 0.3 \cdot \sqrt{19.62 \cdot 2.5}$$

$$Q = 2.52 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vanne ou orifice noyé



Le débit est donné par la formule suivante :

$$Q = C_D \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot DH}$$

Notation	Unité	Description
Q	m^3/s	Débit
C_D	-	Coefficient de débit
S	m^2	Surface d'écoulement de l'orifice
g	m/s^2	Constante de gravitation (valeur : 9.81)
DH	m	Différence d'altitude des lignes d'eau

Le coefficient de débit est d'environ 0.60 dans la plupart des conditions d'applications courantes.

Exemple d'application :

Le débit transitant par un orifice noyé large de 1.0 m, haut de 50 cm et présentant une hauteur de chute de 40 cm est donné par :

$$Q = 0.60 \cdot 1.0 \cdot 0.5 \cdot \sqrt{19.62 \cdot 0.4}$$

$$Q = 0.84 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour aller plus loin

Voir le chapitre 8.4 du document *Contrôle des débits réglementaires* (ONEMA, 2011).

Le matériel nécessaire est assez limité (règle graduée ou mètre ruban, voire niveau de chantier). L'application des formules dans leur domaine de validité permet d'estimer le débit à $\pm 10\%$ environ.

4. DEBIT PAR UN DEVERSOIR

Principe

On réalise la mesure au niveau d'un ouvrage hydraulique calibré, fonctionnant en surverse, dont les lois d'écoulement sont bien définies.

Les équations sont différentes suivant le régime d'écoulement dénoyé (niveau d'eau aval inférieur à la crête du seuil) ou en régime noyé (niveau d'eau aval exerçant une contrepression et freinant les écoulements). On se limite ici au cas de déversoirs rectangulaires dénoyés.

La forme de la crête du seuil influe sur le débit transitant par l'ouvrage. On fait notamment la distinction entre déversoirs à crête épaisse et à crête mince.

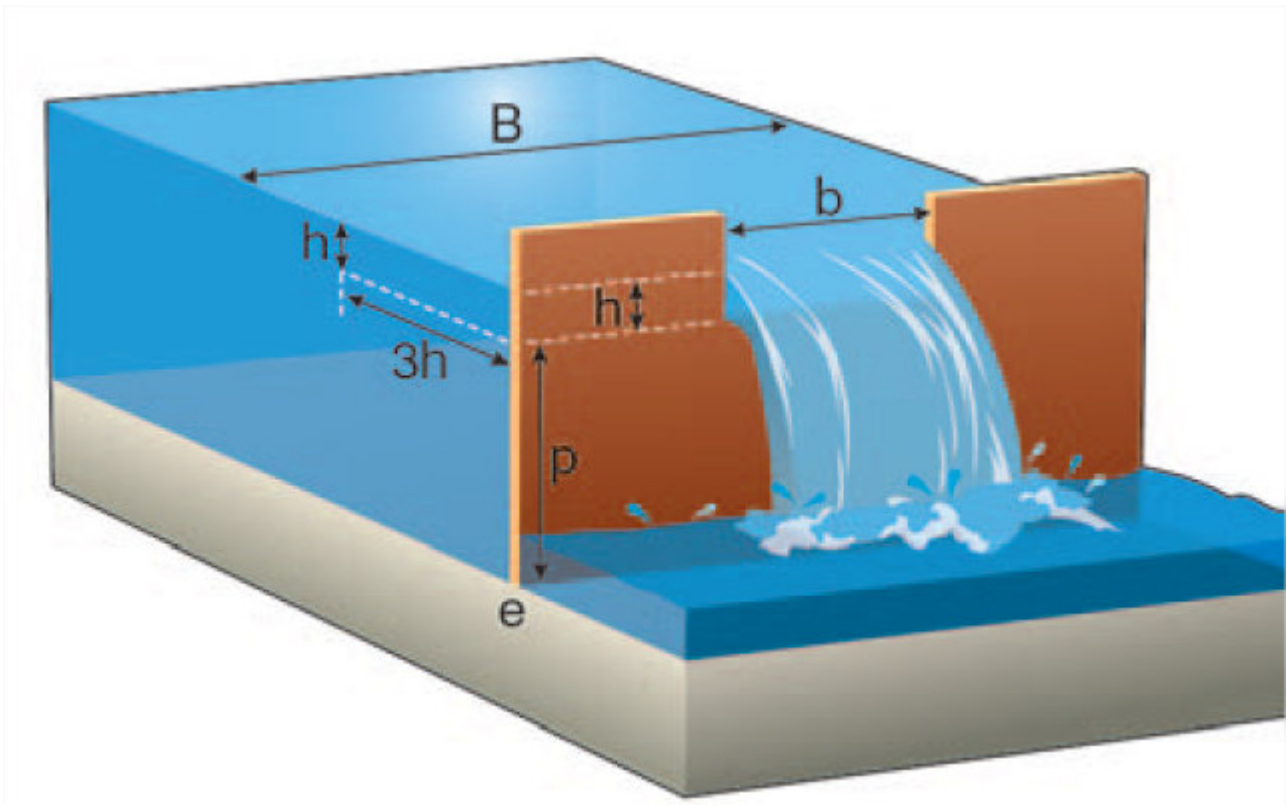


Déversoirs à crête épaisse



Déversoirs en mince paroi

Déversoir rectangulaire dénoyé

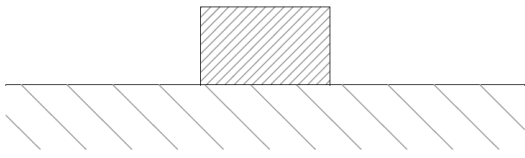
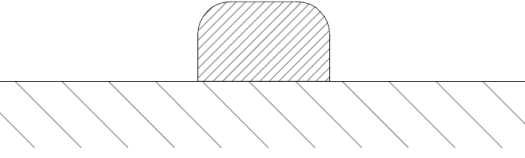
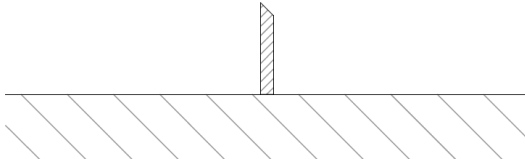
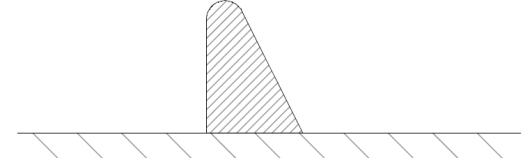
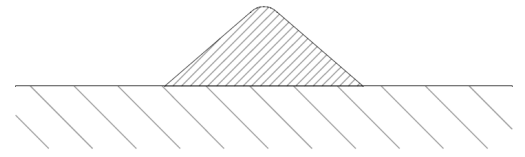


Le débit est donné par la formule suivante :

$$Q = C_D \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{1.5}$$

Notation	Unité	Description
Q	m^3/s	Débit
C_D	-	Coefficient de débit
b	m	Largeur déversante
g	m/s^2	Constante de gravitation (valeur : 9.81)
h	m	Lame d'eau surversée

Le coefficient de débit varie en fonction de la géométrie du seuil entre 0.33 et 0.50 dans la plupart des conditions d'applications courantes :

Configuration de la crête	Schéma	Coefficient de débit (-)
Crête épaisse à arêtes vives		0.33
Crête épaisse arrondie à l'amont		0.36
Crête mince		0.41
Crête profilée, parement amont vertical		0.49
Crête triangulaire sommet arrondi		0.53

Exemple d'application :

Le débit transitant par un clapet (déversoir mince) large de 2.0 m et présentant une lame d'eau de 25 cm est donné par :

$$Q = 0.41 \cdot 2.0 \cdot \sqrt{19.62} \cdot 0.25^{1.5}$$

$$Q = 0.45 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour aller plus loin

Voir le chapitre 8.3 du document *Contrôle des débits réglementaires* (ONEMA, 2011) ou la *Notice sur les déversoirs, Synthèse des lois d'écoulements au droit des seuils et déversoirs* (CETMEF, 2005).

Le matériel nécessaire est assez limité (règle graduée, mètre ruban ou décimètre, voire niveau de chantier). L'application des formules dans leur domaine de validité permet d'estimer le débit à $\pm 10\%$ environ.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Contrôle des débits réglementaires, ONEMA, 2011

Notice sur les déversoirs, Synthèse des lois d'écoulements au droit des seuils et déversoirs, CETMEF, 2005

Manuel d'hydraulique générale, Lencastre, éditions Eyrolles, 1996