

Calcul du volume de sédiments contenus dans la retenue

Le travail ci-dessous s'appuie sur l'article « *Validation and Implications of an energy-based bedload transport equation* » de Peng Gao publié dans *Sedimentology* n°59 (2012)

D'après Gao :

Le taux de charriage immergé, i_b ($J.s^{-1}.m^{-2}$) est égal à

$$i_b = q_b \cdot g \cdot (\rho_s - \rho) \quad \text{Equation 1}$$

Où q_b est taux de charriage volumétrique ($m^2.s^{-1}$), g , la constante gravitationnelle, ρ_s , la masse volumique des sédiments et ρ la masse volumique de l'eau (en kg/m^3).

Le taux de charriage est aussi égal à

$$i_b = \frac{e_b \cdot w}{\tan \alpha} \quad \text{Equation 2}$$

Où e_b est l'efficacité du transport et $e_b = 0,6 \cdot G^{1,4}$ (Equation 3) avec G la contrainte de cisaillement.

$$G = 1 - \left(\frac{u_{*c}}{u_*} \right)^2 \quad \text{Equation 4}$$

Où u_* est la vitesse de cisaillement, et u_{*c} est la vitesse limite d'érosion (vitesse à partir de laquelle les sédiments sont entraînés). Gao propose différentes valeurs du rapport $\frac{u_{*c}}{u_*}$ qui ont été calculées à partir des travaux de Leeder menés en 1979 (cf. tableau 1).

Tableau 1: Valeurs du rapport u_{*c}/u_* (Gao, 2012)

Table 3. Values of u_{*c}/u_* and P_g obtained from the data in figure 4B of Leeder (1979).

u_{*c}/u_*	P_g
1.67	0.4
1.70	0.455
1.75	0.476
1.85	0.5
2.20	0.625
3.20	0.85

On a ainsi pu calculer les valeurs de G pour différentes conditions. Etant donné les conditions de vitesse de courant à Harchéchamp, la valeur de ce rapport se rapproche sans doute de 1,67 voir moins. (Nb : le rapport des vitesses ne peut être inférieur ou égal à 1.)

Pour revenir à l'équation 2, w est la force du courant par unité de surface et $w = \tau \cdot u$ (Equation 5), où u est la vitesse moyenne du courant (en $m.s^{-1}$) et τ est la contrainte de cisaillement du fond et

$$\tau = \rho \cdot g \cdot h \cdot S \quad \text{Equation 6}$$

où h est la hauteur moyenne d'eau (en m) et S est la pente ($S = \sin \alpha$). On a estimé l'angle de la pente $\alpha=0,01$ (donc $S = 0,01$).

Dans l'équation 2, $\tan \alpha$ est le coefficient de friction dynamique. D'après Gao, on peut le remplacer par :

$$\tan \alpha = 0,6 \cdot G^{-2} \quad \text{Equation 7}$$

Dans l'équation 2, en remplaçant e_b par l'équation 3, w par l'équation 5, on obtient la relation :

$$i_b = \frac{G^{1,4} \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot S \cdot u}{G^{-2}} \quad \text{Equation 8}$$

En combinant l'équation 1 et 8, on obtient la relation:

$$q_b = \frac{G^{1,4} \cdot \rho \cdot h \cdot S \cdot u}{G^{-2} \cdot (\rho_s - \rho)} \quad \text{Equation 9}$$

On a estimé u à partir du débit donné par la banque hydro ($Q = 4,7 \text{ m}^3/\text{s}$) en considérant la surface en eau au-dessus du seuil. A cet endroit on a estimé la hauteur d'eau à 5 cm. La hauteur h a été estimée à partir des profils en travers fournis par GENIVAR France ($h = 1 \text{ m}$). Pour la masse volumique des sédiments, comme les roches sont composées majoritairement de silice, on a considéré la masse volumique de cet élément soit 2650 kg/m^3 .

Pour ramener ce taux de charriage volumique à un volume de sédiments (V en m^3), on l'a multiplié par la surface du seuil susceptible de bloquer les sédiments (A en m^2) et on l'a divisé par la vitesse moyenne du courant (u).

$$V = \frac{q_b \cdot A}{u} \quad \text{Equation 10}$$

On obtient les résultats suivants :

Tableau 2: Estimation du volume de sédiments retenus en amont du seuil d'Harchéchamp.

u/uc=	V (m3)
1,67	6,43E-02
1,7	6,87E-02
1,75	7,59E-02
1,85	8,98E-02
2,2	1,32E-01
3,2	2,05E-01
1,1	7,55E-04

Pour avoir une idée de ce que cela représente, on calcule la hauteur de sédiment (h_s) dans la retenue. On estime que le bassin de rétention est un cercle de rayon $R = 20 \text{ m}$.

$$h_s = \frac{V}{\pi \cdot R^2} \quad \text{Equation 11}$$

On obtient les résultats suivants :

Tableau 3: Estimation de la hauteur de sédiments dans la retenue.

u/uc=	hs (m)
1,67	5,12E-05
1,7	5,46E-05
1,75	6,04E-05
1,85	7,15E-05
2,2	1,05E-04
3,2	1,63E-04
1,1	6,01E-07

Conclusion : Le volume de sédiments dans la retenue du seuil d'Harchéchamp ne laisse pas supposer un risque de sur alluvionnement en cas d'arasement du seuil.