
ENTPE Sciences de l'eau

Année 2018-2019

Examen (2^e session)

Consignes

Rédiger chaque partie sur une copie séparée

Calculatrice et mémo personnel (un A4 RV) autorisés

On veillera à équilibrer le temps consacré à chaque partie

Partie I : hydraulique

Une rivière coule dans une vallée de pente longitudinale 0,1% (soit 1 pour mille). Son lit est formé de graviers de taille moyenne 1 cm mais compte aussi 20% de galets de taille moyenne 10 cm. La densité des sédiments est supposée égale à 2,6.

1. Calculez le coefficient de Strickler correspondant à chacun des sédiments et celui correspondant au mélange des deux sédiments. Indiquez la formule utilisée pour chacun des cas et les raisons du choix.
2. On suppose que la rivière méandre avec un facteur de sinuosité (rapport entre la longueur du lit mineur du cours d'eau et la longueur de la vallée correspondante) de 1,3. Quelle est la pente du lit mineur du cours d'eau ?
3. Des travaux de rectification du cours d'eau amènent à un cours d'eau rectiligne (donc de pente égale à celle de la vallée). Si tous les autres paramètres du cours d'eau sont maintenus constants, lequel, du cours d'eau naturel (initial) ou du cours d'eau rectifié, est celui qui transite les débits les plus forts (on justifiera la réponse) ?
4. Le projet de rectification prévoit de modifier la section en travers du cours d'eau en la remplaçant par une section rectangulaire de largeur 200 mètres (sur une grande longueur de rivière qu'on supposera infinie). Quelle devra être la profondeur de la rivière pour faire passer un débit de 500 m³/s sachant que la modification du matériau de berges conduit à un coefficient de Strickler de 40 m^{1/3}.s⁻¹ ? On fera l'hypothèse de grande largeur (on assimile le rayon hydraulique à la hauteur d'eau).
5. Quel débit peut-on faire passer dans cette même section (même largeur, même hauteur et même coefficient de Strickler) si on ne rectifie pas (on garde la sinuosité initiale et donc la pente du lit initial) ? On fera l'hypothèse de grande largeur (on assimile le rayon hydraulique à la hauteur d'eau). En comparant ce débit aux 500 m³/s de la question 4, qu'en déduisez-vous ?
6. Pour un débit de 200 m³/s, indiquer le régime d'écoulement (fluvial ou torrentiel) pour chacun des deux cas précédents (rectifié et naturel). On fera l'hypothèse de grande largeur (on assimile le rayon hydraulique à la hauteur d'eau) et on prendra l'accélération de la pesanteur égale à 9,81 m/s².

On rappelle l'équation de Manning Strickler :
$$U = K\sqrt{I} R_h^{2/3}$$

avec I la pente, K le coefficient de Strickler, U la vitesse débitante et R_h le rayon hydraulique

Et l'équation donnant le nombre de Shields θ ou contrainte de cisaillement au fond adimensionnelle en régime uniforme et en grande largeur :

$$\theta = \frac{\rho g h l}{(\rho_s - \rho) g d}$$

où g est l'accélération de la pesanteur, h la hauteur d'eau, d le diamètre des sédiments, l la pente, ρ la densité de l'eau et ρ_s la densité des sédiments.

(fin de la partie hydraulique)

Partie II : hydrologie

1 Calcul de probabilité lié aux événements hydrologiques

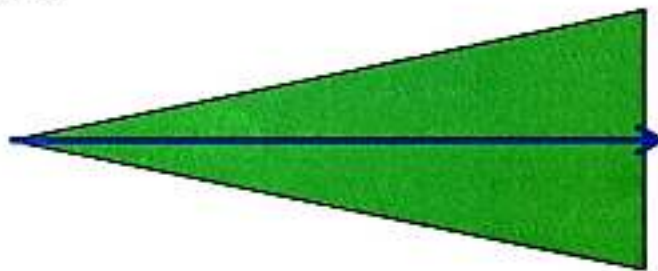
Que signifie, pour une valeur de débit, de dire qu'il est un quantile de crue de période de retour de $T=10$ ans ?

Quelle probabilité peut-on associer au fait de ne pas observer une crue aussi forte pendant 20 années consécutives ?

2 Hydrogramme unitaire

On considère le bassin versant suivant, le cours d'eau médian sortant vers l'Est comme le suggère la flèche.

La longueur du bassin est de 10 km, sa largeur maximale de 4 km (demi largeur 2 km). La vitesse d'écoulement en rivière est de 1 m/s, en versant de 0,50 m/s (noter que la vitesse en versant est différente de celle de l'examen de juin).



Déterminer et tracer la forme de l'hydrogramme unitaire qui correspond à ce bassin.

Rappel des étapes : Poser un repère approprié ; Déterminer le délai de routage jusqu'à l'exutoire pour un écoulement produit en un point quelconque du bassin ; En déduire la réponse du bassin pour une pluie nette unitaire (-1 mm) tombant instantanément et uniformément sur le bassin. On vérifiera la conservation du volume total (m³) de la crue.

Quel débit de pointe générera une averse de 25 mm ?

3 Question de cours

On traitera une question sur les deux, au choix.

La ressource en eau : sa constitution, ses usages, les problèmes...

Il a été dit que les équations hydrologiques sont non linéaires, alors que les données dont on dispose sur le milieu et sur les entrées atmosphériques sont imparfaites (fragmentaires, incertaines, pas à la bonne échelle, etc...). Exposez, possiblement en vous basant sur un exemple simple, comment cela se traduit en pratique.

(fin de la partie hydrologie)