Retour Semaine 3 - Sédiments d'une Rivière

Bonjour à tous,

Voici une synthèse des échanges survenus sur les fils de discussion de cette semaine (Discussion>Général>SEQUENCE 3.[...]). Merci de votre participation !

Remarque, afin d'éviter les redondances, pensez à bien lire les informations qui vous sont données ainsi que les posts des autres participants.

3.1 Transport par charriage

Cette semaine a été riche en équations et a "fait coulé beaucoup d'encre". Ne soyez pas effrayés, et prenez le temps de bien visionner les vidéos car tout ce dont vous avez besoin s'y trouve, n'allez pas chercher trop loin. N'hésitez pas a consulter le fil de discussion 3.1 pour les questions d'ordre calculatoire.

Pour vous aider à comprendre les exemples des vidéos, les détails de calcul sont disponibles dans la séquence 3.1 à la suite des vidéos 2 et 3.
note: la vidéo 3 a été mise à jour pour corriger les erreurs numériques du diaporama.

De nombreuses questions ont porté sur les notations. Pensez à consulter le document "Notations et symboles" lorsque vous souhaitez appliquer une formule et que vous ne connaissez pas les termes en jeu.

Tout de même, pour rappel:

K	**γ** ou **γ_s** (N/m^3)	**s**	**ν** (m²/s)	**α**
coefficient de rugosité de Strickler *(base empirique)*	poids volumique de l'eau (γ) ou des grains (γ_s)	densité relative des sédiments	viscosité cinématique de l'eau	coefficient de Coriolis (non-uniformité des vitesses)
$26/(\mathbf{d_{90}})^{1/6}$	**ρ*g** ou **ρ_s*g**	**ρ_s/ρ**	0.000001	proche de 1

"Des équations et des Hommes"
Nous vous invitons à suivre l'échange initié par *dems* dans le fil de discussion 3.1 qui s'interroge sur l'intéret de tous ces calculs pour la gestion des cours d'eau.
Les séquences sur l'*hydraulique des sédiments* énoncent des relations relativement complexes, basées sur la physique et complétées de relations semi-empiriques, qui ont été

établies dans des cas idéaux simplifiés (expérimentations en laboratoire) ou à partir de mesures sur le terrain assez difficiles à obtenir. La question était de savoir si, concrètement, il y avait des applications directes à ces calculs, pour modéliser de façon réaliste le transport solide par charriage.
On retrouve effectivement ce genre de calculs dans des études menées par des hydrauliciens. Ces études servent souvent de base de travail et il est important pour cela de comprendre la raison des simplifications et des hypothèses faites. Par exemple, la forme trapézoïdale idéalisée d'une section permet un calcul simple. Elle peut paraître a priori très éloignée de la réalité mais finalement, si on observe la forme des sections réelles, on y retrouve souvent une forme pas si éloignée d'un trapèze et on peut donc obtenir ainsi, de manière plus facile, une estimation correcte des phénomènes.
Dans la réalité, les calculs peuvent être automatisés, donc le plus important dans le cadre de ce cours, assez introductif sur ces questions de calculs, n'est finalement pas de pouvoir résoudre tous les cas qui pourraient se présenter, mais bel et bien de comprendre les relations physiques qui interviennent et les facteurs qui vont influencer le système. En effet, il ne s'agit pas de "formules magiques": derrière chaque application il y a un raisonnement, des hypothèses et des choix pertinents à faire. Ces modèles présentent, bien entendu, des limites qui sont introduites notamment dans la vidéo 2 de la séquence 3.2. Ces séquences visaient à illustrer par des cas simples, les mécanismes qui régissent le transport solide par charriage tel qu'il est compris aujourd'hui. La question du transport solide est, à l'heure actuelle, un sujet de recherche très actif. Nous citons à nouveau le guide pratique de l'Onema dédié à la gestion du transport solide, qui a le mérite d'exister et d'être accessible à un public de non-spécialistes, et qui dresse un bilan des connaissances actuelles (effets morphologiques, méthodes de calcul du débit solide et leurs limites d'application, mesure du transport sédimentaire, aspect réglementaire…). Une autre approche du transport sédimentaire en rivière, complémentaire à l'approche physique, l'**approche géomorphologique**, ouvre des alternatives d'analyse sur des cas plus complexes. Elle fait l'objet de la sémaine 4.

3.2 Seuil de transport

Comme au paragraphe précédent, nous vous suggérons de consulter le fil de discussion 3.2 pour des questions d'ordre calculatoire.

Vous trouverez dans les documents complémentaires de la séquence 3.2 un exemple d'application détaillé des formules de transport.
Pour mémoire, des détails sur le calcul de l'aire et du périmètre mouillé et de la profondeur uniforme sont également disponibles dans la séquence 2.1.

Un point important à retenir, dans les formules de transport solide, on parle de débit solide spécifique $\mathbf{q_s}$ exprimé en $m^3/s/m$: il s'agit donc d'un débit unitaire, ou d'un débit par unité de largeur.

Par ailleurs, nous vous conseillons également le manuel de l'ASCE "Sedimentation Engineering (Manual 110) - Processes, Measurements, Modeling, and Practice", édité par Marcelo Garcia qui est une très bonne synthèse sur le transport de sédiments et les problémes d'ingénierie associés.

3.3 Evolution morphologique

Porosité du milieu granulaire ε_0
Ce terme apparait dans la formule d'Exner (séquence 3.3, diapo 29) et caractérise le pourcentage du volume non-occupé par les grains, ou encore la part de vide dans le volume. Typiquement, dans le mélange "eau-sédiments", la porosité $p = 0.40$, ce qui signifie que 40 % du volume est occupé par l'eau et (1 - ε_0) soit 60 % par le matériau granulaire. Quand on parle d'érosion, il est évident que seuls ces 60 % vont apporter de la matière pour compenser le déséquilibre entre débit solide amont et aval, d'où la présence de (1 - ε_0) dans l'équation d'Exner. @Y. Zech

Hypothèse R~h ou R_b~h
Le rayon hydraulique correspond au rapport de l'aire mouillée **A** sur le périmètre mouillé **P** (cf. document complémentaire 2.1). En canal rectangulaire, **R = hL/(L+2h)** et faire l'hypothèse que **R~h** revient à supposer que **h<<L** (canal de grande largeur ou de faible profondeur).
Lorsqu'on s'intéresse au charriage sur le fond du lit (ex. application de la formule de Meyer-Peter Müller), on fait une hypothèse différente. On calcule la contrainte de cisaillement τ_b qui s'exerce sur le lit et on ne considère plus le rayon hydraulique R mais la part du rayon hydraulique $\mathbf{R_b}$ relative au fond du lit. Dans le cas d'une section rectangulaire dont les parois sont lisses, on peut calculer R_b = hL/L soit $\mathbf{R_b = h}$.

3.4 Erosion des berges et 3.5 Exemple: érosion de berges dans le delta du Mekong

Ces séquences n'ont pas sucités de réelles questions.

3.6 Activité de fin de semaine 3

Le retour sur l'activité de fin de semaine 3 sera diffusé à la fin du mooc pour laisser le temps à tous les participants de faire l'exercice (cloture des quiz repoussée au 15 décembre). En attendant, vous pouvez échanger sur le fil de discussion 3.6 ouvert à cet effet. De nombreuses précisions ont d'ores-et-déjà été apportés suite à vos interrogations de la semaine 3, n'hésitez pas à revenir vers ces réponses. Bonne chance!!

Coraline Bel, Sandra Soares Frazão, Yves Zech et toute l'équipe du MOOC "des rivières et des hommes"