Retour Semaine 1 - Ecoulement de l'eau dans un bassin versant

Bonjour à tous,

Merci aux personnes qui ont participé activement aux fils de discussion des différentes séquences et à l'activité forum de fin de semaine.

Ce document vise à mettre en avant certains de vos échanges et à vous orienter vers des documents bibliographiques susceptibles d'apporter des réponses à vos interrogations.

Tout d'abord, nous suggérons aux apprenants néophytes qui ont rencontré des difficultés de consulter le site Méli Mélo et leurs vidéos au contenu très pédagogique sur la thématique de l'eau.

1.1 Envasement des barrages réservoirs

Vous êtes plusieurs à vous être interrogés sur la notion de **densité des sédiments** suite à la vidéo de la séquence 1.1 (minute 10:21).
La densité des sédiments évoquée ici, 550 kg/m^3, correspond à la masse volumique d'un échantillon de sédiments *après séchage*. Elle se distingue de la masse volumique d'un échantillon de sédiments *humide* qui intégrerait l'eau et serait donc supérieure à 1 000 kg/m^3. Pour imager cette distinction, penser à la différence de poids entre une éponge sèche et une éponge gorgée d'eau.
Cette masse volumique sèche de sédiments est à distinguer également de la masse volumique des particules solides, de l'ordre de 2 500 kg/m^3 (densité de la roche). En effet, le terme de sédiments fait référence ici à la *matière en suspension* qui se compose de particules minérales (sables, limons, argiles) mais aussi de matière organique. Il faut également intégrer le fait que ces sédiments n'ont pas été compactés et présentent des pores.

De nombreux échanges ont également porté sur **les dépôts grossiers dans les bilans sédimentaires** et sur comment **évaluer le charriage**. Les contributions ont été très pertinentes dans ce fil de discussion. Il est vrai que dans le cas d'étude du réservoir de Mexico, l'enjeu principal concerne les sédiments fins. La question de la mesure des sables, du charriage et leur prise en compte dans les bilans sédimentaires concerne les ouvrages en aval de rivières à graviers. Cette question du charriage sera abordée largement en semaine 3. Nous sommes convaincus que les échanges seront aussi riches à ce moment-là du MOOC.
Enfin, la discussion a été lancée sur l'impact du **déficit sédimentaire à l'aval d'un barrage**, ce qui a donné lieu à de nombreuses réactions et commentaires. Cette discussion trouvera à nouveau toute sa place dans la semaine 3 mais également en semaine 4 consacrée à la

géomorphologie. D'ici là et pour aiguiser votre argumentaire nous vous recommandons la lecture de deux ouvrages techniques de l'ONEMA sur l'hydromorphologie fluviale et la gestion du transport solide en rivière et en complément une étude sur l'arasement des seuils postée ce hier soir par l'auteur qui rejoint le MOOC.

1.2 Eutrophisation des barrages réservoirs

La limitation par le P et contrôle de l'eutrophisation

La question de la limitation par N ou P de l'eutrophisation a été commentée par de nombreux posts. De même que la question sur les stratégies de contrôle de l'eutrophisation. Voici quelques précisions complémentaires aux réponses déjà postées sur le forum.
Pour que la croissance des algues puisse être optimale, il faut que les éléments C (carbone) et nutritif (N et P) respectent un ratio molaire C/N/P de 106/16/1 (ce qu'on appelle aussi le rapport de Redfield). C (carbone) n'est jamais limitant et c'est finalement le rapport N/P qui est intéressant. Quand N/P > 16, c'est P qui est limitant (ce qui est actuellement le cas dans les principaux systèmes eutrophisés en eaux douces). Quand N/P < 16, c'est N qui est limitant (ce qui est observable en zones côtières).
Depuis les années 1960 et l'identification du P comme principal facteur limitant de l'eutrophisation en eaux douces, les efforts se sont concentrés sur ~~l~~a collecte et ~~l~~e traitement des eaux usées en station d'épuration (*le cas du lac Léman* posté en cours de semaine en vidéo complémentaire à la séquence 1.2 est très illustratif). Puis avec la réduction des sources de P d'origine domestique, les apports en P provenant de l'érosion des sols agricoles sont devenus importants en proportion. Plusieurs posts ont soulignés l'intérêt du maintien et de la restauration des zones rivulaires et autres bandes enherbés comme zone tampon entre les terres agricoles et les cours d'eau. Reste que le contrôle de l'eutrophisation est surtout une question de réduction du P à la source (collecte et traitement des eaux usées, réduction des polyphosphates dans les lessives et rationalisation des fertilisants).
On a bien vu dans le cas d'étude au Mexique, que cette problématique est d'actualité puisque au moment de l'étude (2007-2010) aucun système de traitement des eaux usées n'existait en amont du barrage de Coinztio.
Pour aller plus loin dans cette discussion, les deux liens ci-après vous apporteront de nombreux compléments:

1) Eutrophisation des cours du bassin de la Seine sur le site du PIREN-Seine
2) Limnologie appliquée au traitement des lacs et des plans d'eau (étude de l'Agence de l'Eau)

1.3 Eaux de surface/subsurface

Suite à vos posts, il apparait que la technique de **séparation hydrogramme** n'a pas été très bien comprise par de nombreux apprenants. Nous nous en excusons et essayerons de fournir quelque-chose de plus pédagogique lors de la saison 2.
Au travers du quiz, nous avons essayé de vous faire aborder une même question sur ce sujet, par différents angles d'approches afin de vous donner l'occasion de conforter ou non vos choix de réponse.
Noter que cette méthode est valable pour les petits bassins versants (1 - 1 000 km²).

La question du **partage des eaux** est également revenue plusieurs fois. Il est important de retenir qu'il s'agit là d'une notion complexe associée au cycle de l'eau, et que chaque situation est spécifique.
Quand il pleut, une partie de l'eau va ruisseler et une autre s'infiltrer jusqu'à saturer le sol. Une fois le sol saturé, l'infiltration n'est plus possible et c'est toute l'eau qui va ruisseler. Par ailleurs, lorsque l'intensité de pluie est très importante, l'eau n'a pas le temps de s'infiltrer dans le sol et va donc ruisseler. Ainsi, les proportions d'eau ruisselée/infiltrée peuvent être très variables selon les propriétés du sol (capacité d'infiltration du sol), l'état de surface avant la pluie (saturation du sol), mais aussi selon la dynamique de la pluie (intensité de la pluie).

Pour compléter cette séquence 1.3 et répondre plus en détails à vos interrogations, nous vous invitons à consulter les différents chapitres du cours d'hydrologie de l'EPFL.

1.4 Instruments de mesure

Nous vous invitons à suivre les échanges autour des posts du fil de discussion 1.4.

Merci à *yannickD* pour le document sur l'échantillonnage et la mesure de débit en rivière qui est vraiment pertinent et que nous recommandons vivement aux praticiens.

Merci également à *PhilippeBelleudy* pour la référence au livre Hydrométrie appliquée au cours d'eau qui décrit de façon exhaustive les méthodes classiques d'hydrométrie.

Concernant la notion de **courbe de tarage** et **d'estimation des débits**, vous pouvez trouver des réponses dans la vidéo très pédagogique de T. Morlot (soutenance de thèse).

1.5 Séries temporelles de mesures

Pour mieux comprendre la notion de **MS2%**, nous vous invitons à consulter la réponse de *PhilippeBelleudy* à la question de *mestayauje* dans le fil de discussion 1.5.

1.6 Activité de fin de semaine: Avez-vous déjà été confronté(e) à un choix méthodologique pour la mesure de débits en rivière?

Lors de la séquence 1.4, nous n'avons pas été exhaustifs sur les méthodes de mesures. C'est pourquoi nous vous avons proposé d'échanger autour de la mesure de débit en rivière.

A la lecture globale des contributions au forum, ont été particulièrement appréciés les posts où les objectifs et les contraintes de mesure étaient clairement explicités.

Un court bilan sur les méthodes de mesure de débit évoquées (ou non) dans les discussions est dressé ci-après.

1) Vous êtes plusieurs à avoir parlé de la **mesure par moulinet**. Il s'agit d'une mesure par exploration du champ de vitesses. Vous trouverez une vidéo complémentaire sur cette technique de mesure dans la section 1.4.
2) Vous êtes également plusieurs à avoir parlé de la **mesure par jaugeage au flotteur** qui permet de se faire une idée du débit lorsqu'on ne dispose pas d'instrument de mesure (cf. document de *yannickD* p.77).
3) La **mesure par dilution d'un traceur** (ex: NaCl, Rhodamine Water Tracer), détaillée dans la séquence 1.4, a également été mentionnée. Celle-ci est adaptée au petit cours d'eau turbulent (optimal pour le mélange).
4) La **mesure par ADCP** (Acoustic Doppler Current Profiler), abordée dans la séquence 1.4, a été mentionnée. C'est une technique acoustique adaptée aux fleuves et rivières peu turbulents, mais pas lorsqu'ils sont très chargé en sédiment. Vous trouverez des renseignements sur cette méthode dans l'article de la Houille Blanche Le Coz *et al.* 2007, Emplois de l'aDcp en rivière : une revue de synthèse.
5) On peut évoquer les mesures non intrusives telles que la **mesure par diffraction radar** (SVR, Surface Velocity Radar) ou la **mesure par analyse d'image** (LSPIV, large-scale particle image velocimetry) qui permettent d'effectuer des mesures à distance en estimant le champs de vitesse en surface (cf. Dramais *et al.* 2011, Mesures sans contact des débits de crue : avancées et perspectives).
6) Pour les très grandes rivières et les fleuves, la **mesure par hydrologie spatiale,** abordé en séquence 1.4, se développe notamment depuis les années 2000 avec les travaux sur l'Amazone. Vous trouverez plus d'informations sur cette méthode sur la page Principe de l'altimétrie spatiale.

Enfin, pour aller plus loin, nous vous renvoyons vers la SHF (colloque SHF "Hydrométrie et incertitudes") et les articles publiés dans la Houille Blanche.

Coraline Bel, Julien Némery, Nicolas Gratiot et toute l'équipe du MOOC "des rivières et des hommes"