

Appel à candidatures stages niveau M2 :

Aix-Marseille Université (AMU), CEREGE UMR 7330, Aix – en – Provence, France

Profils et compétences recherchés :

Ces stages conviennent aux étudiants niveau M2 avec une formation en sciences de la terre, géomatique, ingénierie ou en géographie physique avec de fortes compétences en SIG et une base solide en géomorphologie fluvial.

Une préférence sera donnée aux candidats avec une expérience en transport sédimentaire, morphodynamique des rivières et géomorphologie quantitative. Des candidats avec des fortes connaissances en SIG et traitement des données photogrammetriques, expérience en programmation (Matlab, R, Python..) et en modélisation hydraulique (Hec-Ras, Telemac...) seront privilégiés.

Conditions des stages

Les stages sont basés au laboratoire du CEREGE, UMR 7330 au sein d'un groupe qui travaille en géomorphologie fluvial. Les stagiaires travailleront avec l'ensemble de l'équipe composé des enseignants – chercheurs Aix-Marseille Université, IR, chercheur CNRS, un doctorant et un post-doctorant. Le stage est proposé pour une durée de 6 mois à partir de janvier 2018. La rémunération de ce stage est à hauteur de 500,51 euros/mois.

Le CEREGE est situé dans la commune d'Aix-en-Provence et à environ 30 km de la ville de Marseille. Il est possible d'habiter dans les deux villes et accéder au CEREGE en transport commun ou en voiture. Il est également possible d'habiter dans les petits villages de la région.

Candidatures :

Les candidats intéressés doivent envoyer une lettre de motivation, un CV, les relevés des notes récentes, des PDF des mémoires précédentes le cas échéant, et les contacts de 2 personnes référentes. Une candidature peut être soumise aux 2 sujets à la fois ou pour un de 2 sujets.

Date limite : 1 novembre

Contact pour les dossiers et renseignements :

Michal Tal: tal@cerege.fr

Sujet 1 : Etude de la relation entre l'évolution morphologique, le transport sédimentaire, et l'hydrologie dans une rivière alpine en tresses (le Buëch, Alpes de Haute-Provence)

Contexte et objectifs globaux du projet :

Situé dans les Alpes de l'ouest, dans le sud-est de la France, le Buëch est l'un des affluents majeurs de la Durance. Cette rivière alpine et provençale, en tresses et à lit de galets, est longue d'environ 120 km depuis sa source dans le massif du Dévoluy (2700 m d'altitude) jusqu'à sa confluence avec la Durance (à 400 m d'altitude), et draine un bassin d'environ 1490 km². Le bassin est situé dans les chaînes subalpines composé de sédiments marneux calcaires. Le Buëch est caractérisé par un climat alpin dans le nord (19% du bassin se situe à plus de 1500 m d'altitude et est recouvert de neige en janvier et février) qui cède la place à un climat méditerranéen dans le sud, caractérisé par des hivers froids, des étés secs et un régime pluvio-nival à deux maxima : un maximum au printemps (fonte des neiges et pluies abondantes) et un autre à l'automne (fortes pluies). La combinaison de l'altitude, de fortes précipitations associées à un climat méditerranéen et de pentes élevées (pente d'environ 0,5% en moyenne mais qui peut atteindre 10% dans les tronçons les plus élevés) aboutit à un système de nature torrentielle avec des crues violentes et soudaines. Des modifications anthropogéniques du Buëch ont eu lieu depuis le 18^{ème} siècle avec la construction de systèmes de digues et l'extraction de graviers. En 1992, le barrage de Saint Sauveur (environ à 35 km en amont

de la confluence) a été mis en opération, ce qui a piégé les sédiments du lit arrivant de l'amont. Il est généralement accepté que la combinaison de l'installation de systèmes de protection des berges, de l'extraction de graviers et de la réduction de l'apport en sédiments vers l'aval a rendu le lit de la rivière plus vulnérable à un phénomène d'incision. Le Buëch abrite une faune et une flore dont la diversité est riche, à la fois dans le chenal principal et dans les chenaux secondaires. Six des dix-sept espèces de poisson sont protégées, parmi lesquelles deux (le barbeau méditerranéen, *Barbus meridionalis* et le blageon, *Telestes souffia*) sont classées comme espèces rares, et une (l'apron du Rhône, *Zingel asper*) comme espèce en danger.

La confluence du Buech avec la Durance se trouve dans la retenue du barrage de Saint Lazare, située sur la Durance immédiatement en aval de la ville Sisteron. Afin de réduire l'accumulation de sédiments et ainsi le risque d'inondation dans cette zone urbanisée, depuis 2010 EDF (en charge de la gestion du barrage) cure le lit du Buech sur son partie aval une fois par an. Cette zone d'excavation, avec une capacité de 180 000 m³, constitue un énorme puits à gravier qui piège les sédiments du Buëch et les empêche de rejoindre la Durance. Les volumes de sédiments accumulés dans le piège est évalué deux fois par an à partir des levés topo-bathymétriques. Bien que ce dispositif constitue une solution potentiellement durable d'un point de vue environnemental, et viable à long terme pour réduire les risques de crue associés au confluent et au barrage de Saint Lazare, il n'est pas sans présenter des risques. Le dragage annuel du lit de la rivière dans cette zone située en aval peut potentiellement déstabiliser le lit du Buëch. En effet, une augmentation locale trop forte de la pente du lit à cause de l'excavation de sédiments pourrait générer un signal de baisse relative du niveau de base du chenal, et ainsi engendrer la migration en amont d'un knickpoint. D'un autre côté, la décision de ne pas curer le piège à gravier durant l'été (période de bas débit) certaines années (à cause de faibles volumes de sédiments accumulés) fait courir le risque que des écoulements en phase de haut débit puissent entraîner le remplissage du piège à gravier au-delà de sa capacité, et donc de provoquer une aggradation du lit et des inondations. La décision par rapport à l'opération de curage fait l'objet du comité suivi environnemental (CSE) qui a lieu chaque année.

Afin de détecter et prévoir tout impact négatif sur le lit du Buëch et de décider des actions nécessaires, une compréhension précise de l'impact d'une modification annuelle du niveau de base du chenal, via le curage du piège à gravier, sur le profil en long du chenal et sa capacité de transport est nécessaire. De plus, la zone de contrôle sédimentaire du Buëch fournit une possibilité exceptionnelle d'étudier la morphodynamique d'une rivière alpine en tresses, à lit de gravier et très active, et d'améliorer notre compréhension de la relation entre hydrologie, transport de sédiments et évolution morphologique. En plus des données de volumes de sédiments, des données de débit horaire sont disponibles (depuis 1990) grâce à une station de mesure gérée par EDF.

Une étude menée au CEREGE se focalise sur les 10 km aval du Buëch. Les objectives de cet étude sont :

1. D'étudier les facteurs de contrôle du remplissage du piège à gravier et quantifier l'impact de son fonctionnement sur le lit du Buëch aval
2. Caractériser les importances et les échelles de temps des facteurs de contrôle sur le Buëch et leurs influences sur sa morphodynamique

L'étude est basé à partir d'un suivi de l'évolution morphologique de la plaine alluviale en effectuant des acquisitions répétées de photogrammétrie haute-résolution (SfM) à l'aide d'un drone et d'un ULM, des levés topo-bathymétriques à partir d'un GPS RTK et un drone aquatique, des capteurs des pressions, turbidimètre, appareil time-lapse, un hydrophone, et la modélisation.

Objectives du stage et taches envisagées :

Le stage peut se focaliser sur différentes objectives en lien avec les intérêts et compétences du candidat retenu et les besoins sur le moment du projet. Parmi les options envisagées, une possibilité

est de traiter des données photogrammétriques afin de caractériser l'évolution de la plaine alluviale et faire le lien avec l'hydrologie et les variables locales de la morphologie, lithologie, granulométrie.... Une autre possibilité est d'effectuer des expériences sur le terrain et / ou dans un canal afin d'analyser le signal acoustique d'hydrophone. Quel que soit les objectifs spécifiques au stage, il est attendu que le stagiaire participe activement dans tous les tâches urgentes pendant la durée du stage : mesures sur le terrain, installation du matériel, préparation des présentations...

Sujet 2 : Analyse morphologique/morphodynamique des tronçons du Rhône

Contexte et objectifs globaux du projet :

Les caractéristiques physiques d'une rivière à un moment donné (par exemple la quantité et la texture du sédiment du lit, son style morphologique tressé ou méandrique, la pente et/ou la dynamique de charriage) sont le résultat d'une interaction complexe entre les différents contrôles agissant sur le système fluvial, à de multiples échelles temporelles et spatiales (lithologie du bassin, tectonique, climat, usages des sols, travaux d'aménagement, apports des affluents). Le rôle joué par ces différents facteurs de contrôle est un problème complexe, qui doit néanmoins être analysé finement si l'on souhaite déterminer comment le système évolue et prédire sa réponse à d'éventuels changements. En ce sens, le Rhône (en France) représente une opportunité exceptionnelle pour étudier la réponse morphodynamique d'un grand fleuve à toute une série de contrôles naturels et/ou anthropiques. La forte variabilité de la géologie de son bassin versant, la grande diversité de ses affluents, et une vallée partiellement couverte par les glaciers pendant le dernier épisode glaciaire, ont abouti à un système fluvial très hétérogène. Le Rhône se caractérise ainsi par l'alternance de tronçons à lits alluvial ou rocheux, de vallées incisées et de larges plaines alluviales, et de tronçons avec des apports en sédiment bien différenciés. Sur ce système naturel très complexe se superposent depuis presque un siècle et demi des changements dans l'usage des sols dans le bassin versant et des travaux d'aménagement du chenal principal. La première période de modifications du chenal (1860-1930) consista à aménager des endiguements et des épis, appelés casiers Girardon, conçus pour restreindre le chenal et promouvoir l'incision du lit, afin de favoriser la navigation. Cette première vague d'interventions sur le chenal a coïncidé avec une diminution de l'activité agricole en milieu montagnard après l'exode rural, et un reboisement des têtes de bassin et des travaux de correction torrentielle. Une deuxième période (1948-1986) impliqua la construction d'une série de barrages (19) au fil de l'eau et de canaux dédiés à la production d'énergie hydroélectrique. Ces travaux ont court-circuité plusieurs tronçons du chenal original, réduisant drastiquement le débit moyen, la fréquence des grandes crues et l'apport sédimentaire dans ces tronçons, ce qui a conduit à des évolutions divergentes des tronçons du Rhône Total (RT) et ceux du Rhône Court-Circuité (RCC).

Comprendre comment chacun des contrôles individuels a contribué à l'état actuel du système rhodanien, et caractériser comment les différents tronçons fonctionnent, à la fois individuellement et en interaction avec le système global, sont les objectifs de toute une série de travaux de recherche récents et en cours, financés par l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR), ayant pour but la production de données et de servir de guide aux plans de gestion et de restauration.

Les relevés bathymétriques effectués par la CNR entre 1953 – 2010 forment l'essentiel de la base de données disponible sur l'évolution du chenal. En plus de ces données, une carte bathymétrique historique du Rhône en aval de Lyon en 1897 apporte des informations sur le chenal avant les aménagements hydroélectriques. Une campagne récente de terrain, réalisé en collaboration avec la CNR, a permis d'obtenir un total de 336 échantillons du lit tout au long du RCC et du RT. Ces données forment une base de données rare caractérisant la distribution sédimentaire amont-aval d'un grand fleuve. Cette base de données, couplé à la modélisation hydraulique représente une opportunité de conduire une étude quantitative reposant sur une base physique permettant de comprendre l'évolution et le fonctionnement actuel du Rhône.

Objectives du stage et taches envisagées :

Chaque tronçon intra-barrages peut être considéré comme une mini-expérience permettant d'étudier comment un système fluvial s'ajuste à des variations dans les apports en eau et sédiments en amont et de niveau de base en aval. Des séries des tronçons présentent également une occasion pour étudier l'influence des bifurcations et confluences sur leur morphodynamique. Notre objective et donc d'effectuer une analyse morphologique / morphodynamique tronçon par tronçon afin de caractériser une réponse typique du Rhône aux aménagements hydroélectriques mais aussi de donner des explications physiques à la variabilité observés dans les réponses.