



ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA TERRE



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2014

TITRE du SUJET : Etude physique de la dynamique de formation des cônes alluviaux

Directeur (trice) : METIVIER François, PR, metivier@ipgp.fr

Co-directeur (trice) / Co-encadrant(e) : BARRIER Laurie, MC, barrier@ipgp.fr

Equipe d'accueil : **IPGP- Equipe de Dynamique des fluides géologiques– UMR7154**

Financement : **Contrat doctoral avec ou sans mission**

*Plus de renseignement voir : <http://ed109.ipgp.fr>, Rubrique : Offres_de_thèse
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale*

Développement du Sujet : (1 à 2 pages)

Les sédiments issus de l'érosion des reliefs s'accumulent dans des bassins sédimentaires. La forme que prennent les dépôts dans ces bassins dépend de divers paramètres comme le débit des rivières (Q) qui les alimentent, les flux de matière transportés (Q_s) et la nature de cette matière (grossière ou fine). Dans les bassins situés à l'exutoire des chaînes de montagnes, la première zone d'accumulation de sédiments prend la forme d'un piémont composé de structures sédimentaires géométriques, de forme conique plus ou moins marquée et agglomérées les unes aux autres : les cônes alluviaux.

Leur position, leur forme caractéristique et leur rôle de piège de matière en font des cibles privilégiées tant pour la reconstruction des flux de matière érodée, que pour la compréhension de la dynamique du remplissage des bassins sédimentaires, ou encore la prospection de ressources géologiques. Il existe donc un corpus important d'études de terrain dont l'objectif est de décrire ces objets, de les classer en fonction des paramètres cités auparavant, mais aussi de l'environnement climatique et écologique dans lequel ils se mettent en place. A ces études s'ajoutent des études expérimentales dont la vocation est de reconstruire des cônes d'échelle réduite pour tenter de comprendre les relations de cause à effet qui déterminent la forme et la dynamique de croissance des cônes. Enfin quelques approches théoriques ont été développées afin de modéliser la mise en place des cônes alluviaux et de prédire leur évolution aux échelles de temps des fluctuations du climat et de la tectonique.

Lorsque l'on fait le bilan de ces études aujourd'hui, force est de constater que la dynamique des piémonts reste mal comprise pour plusieurs raisons. La première est l'absence de modèle théorique bien établi et validé sur des jeux de données naturelles et expérimentales. En effet, soit les modèles existant simplifient trop les équations de conservation en modélisant la dynamique du transport par une équation de diffusion contestable, soit ils font appel, en se voulant réalistes, à de nombreux paramètres indéterminés. La deuxième raison découle de ce manque de modèle pertinent. Les expériences et les mesures de terrain aboutissent de façon quasi systématique à des tentatives de corrélations empiriques

dont la valeur reste très limitée tant elles dépendent des jeux de données qui ont servi à leur élaboration.

Dans le cadre de la thèse de Laure Guérit, nous avons voulu repenser le problème en le décomposant en plusieurs étapes progressives, qui permettent d'avancer théoriquement et expérimentalement de façon conjointe, afin d'élaborer un modèle prédictif de mise en place et d'évolution d'un cône alluvial. Dans le cadre de cette thèse nous avons donc réduit le problème à sa plus simple expression : la mise en place expérimentale d'un cône 1D (décrit par l'équation de sa surface $h(x,t)$) construit par des grains de taille unique. Nous avons pu, dans ces conditions, développer une théorie analytique et obtenir des solutions auto-similaires décrivant l'évolution de ce cône. Ces solutions, qui ne contiennent aucun paramètre ajustable, vérifiées grâce aux expériences, nous ont permis de valider notre démarche. Le principal apport de ce travail est d'avoir montré qu'un cône se construit dans des conditions très particulières. En effet, sa pente, quasi constante, est très proche de la pente critique qui, pour un écoulement donné, définit le seuil de mise en mouvement des grains par les rivières.

Dans le cadre de la thèse que nous proposons aujourd'hui, nous souhaitons maintenant étendre progressivement théorie et expériences afin de prédire la formation d'un cône dont le chenal principal sera laissé libre de divaguer sur la surface du cône tout en la construisant. Cette deuxième étape est nécessaire pour pouvoir étendre nos conclusions à l'analyse des objets naturels.

Dans ce cadre, les développements expérimentaux que l'étudiant(e) devra faire durant sa thèse sont conséquents. Il (Elle) devra être capable de modéliser un cône construit par un chenal unique (aujourd'hui les cônes expérimentaux sont tous alimentés par un chenal en tresses qui complexifie énormément le problème). L'écoulement devra de plus être proche du seuil de mise en mouvement de grains induisant des flux de sédiments très faibles qu'il sera nécessaire de contrôler finement sur de longues périodes. Il sera enfin nécessaire de développer des codes d'analyse d'images et de topographie du cône. A ces développements techniques s'ajoutera l'extension du modèle théorique pour inclure une seconde dimension d'espace qui demandera très probablement le passage à des résolutions numériques. À terme, le passage à un cône complet ouvrira la voie à la comparaison directe avec des objets naturels et à leur étude quantitative.