

Suivi et modélisation de l'altération physique des marnes de Draix et de son effet sur l'érosion.

Résumé

L'objectif de la thèse est d'étudier l'effet de l'altération physique des roches sur l'érosion. L'étude sera basée sur les bassins versants de l'observatoire Draix-Bléone situés sur des terrains marneux en forte érosion. Divers processus physiques contribuent à altérer la roche et à produire en surface une couche de fragments mobilisables pour l'érosion qu'on appelle régolithe. Une première approche locale sera menée pour réaliser un suivi saisonnier des caractéristiques (épaisseur, granulométrie, porosité) du régolithe et des possibles facteurs de contrôle de cette altération (température, humidité du sol). Ces mesures permettront de modéliser la dynamique saisonnière du régolithe le long d'un profil vertical. Dans un second temps, cette description sera spatialisée et intégrée à un modèle d'évolution du paysage (landscape evolution model Landlab) pour simuler l'effet de la dynamique du régolithe sur l'érosion à l'échelle du bassin versant. Ce modèle pourra être calibré à partir des données sédimentaires de l'observatoire, puis utilisé pour tester l'effet d'hypothèses climatiques sur l'érosion.

Contexte et enjeux

L'érosion et les flux de sédiments fins ont des impacts importants sur le risque torrentiel, la qualité de l'eau et des habitats aquatiques. Cependant, malgré des décennies d'études sur le transport solide, il est encore difficile de prévoir les apports en sédiments de petits bassins versants de montagne (Mathys, 2003). Dans ces petits bassins, les flux de sédiments sont contraints non seulement par la puissance hydraulique des écoulements mais aussi par la disponibilité des sources sédimentaires. Les sédiments mobilisables par l'érosion résultent de l'altération, qui transforme les roches de la surface terrestre en une couche poreuse de fragments de roche, appelée régolithe, et en sol, sous l'effet d'une combinaison de processus physiques, chimiques et biologiques. Le projet se focalise sur les Terres Noires du sud de la France, qui sont un contributeur majeur en sédiments fins pour la Durance et le Rhône. Sur ces bassins ravinés et peu végétalisés, le régolithe produit par l'altération des marnes noires est la source de sédiments mobilisable pour l'érosion. Caractériser ce régolithe, sa variabilité saisonnière, sa dépendance au climat, et son impact sur les flux sédimentaires, est donc un enjeu important pour prédire les flux de sédiments provenant de ces bassins versants et leur évolution sous l'effet du changement climatique.

Objectifs

La thèse a pour objectifs de :

- Quantifier l'évolution saisonnière du régolithe (épaisseur, granulométrie, porosité) et la relier aux forçages climatiques saisonniers (température, précipitations)
- Quantifier l'impact de la disponibilité en sédiments (régolithe) sur les flux exportés à l'échelle du bassin versant, et leur variabilité intra et interannuelle.
- En combinant les items précédents, estimer l'évolution des exports sédimentaires en réponse à des scénarios de changement climatique

Méthodes

Le projet combinera:

- Des mesures de terrain pour quantifier l'évolution saisonnière du régolithe (sur le site de l'observatoire Draix-Bléone, <https://oredraixbleone.irstea.fr/>)
- De la modélisation numérique, à l'échelle d'un profil de sol et à l'échelle d'un bassin versant pour étudier l'effet de l'altération sur les flux d'érosion (« landscape evolution model » Landlab)

Collaborations externes

La partie modélisation du projet sera effectuée en collaboration avec Greg Tucker à l'Université du Colorado à Boulder. Le doctorant pourra effectuer un séjour de 2 ou 3 mois dans l'équipe de Greg Tucker pour se former à l'utilisation du modèle Landlab et échanger avec ses développeurs et utilisateurs.

Des campagnes de mesures géophysiques seront menées pour compléter les mesures locales sur le régolithe, en collaboration avec Sylvain Pasquet (OZCAR/IPGP).

Le doctorant sera intégré à la communauté OZCAR pour l'étude de la zone critique. Il participera aux événements organisés par OZCAR (journées, école d'été, conférences). Il interagira aussi avec les équipes du GIS Draix-Bléone actuellement impliquées sur le site dans d'autres disciplines : hydrologie et hydrochimie (Univ. Avignon), géochimie (Bob Hilton).

Organisation

L'encadrement sera constitué d'un directeur de thèse, Peter Van Der Beck (IsTerre), et d'une co-encadrante, Caroline Le Bouteiller (IRSTEA ETNA).

Le doctorant sera inscrit à l'Ecole Doctorale Terre Univers Environnement de l'Université Grenoble Alpes (UGA).

Le doctorant sera hébergé dans le centre IRSTEA de Grenoble, et intégré au sein de l'équipe STRIM de l'Unité de recherche ETNA.

La thèse débutera à l'automne 2019.

Profil recherché

- Titulaire d'un master 2 au démarrage de la thèse.
- Formation en géologie/géomorphologie ou en mécanique/physique
- Compétences et intérêt pour des approches quantitatives, si possible avec une expérience en modélisation numérique.
- Intérêt et motivation pour le travail de terrain
- Anglais indispensable, motivation pour apprendre le français si nécessaire.
- Le permis de conduire n'est pas exigé mais serait très utile pour le terrain

Bibliographie

Bechet, J., Duc, J., Loye, A., Jaboyedoff, M., Mathys, N., Malet, J.-P., Klotz, S., Le Bouteiller, C., Rudaz, B., and Travelletti, J. (2016) Detection of seasonal cycles of erosion processes in a black marl gully from a time series of high-resolution digital elevation models (DEMs), *Earth Surf. Dynam.*, 4, 781-798.

- Hales, T.C., Roering, J.J. (2007). Climatic controls on frost cracking and implications for the evolution of bedrock landscapes. *J. Geophys. Res.* 112, F02033.
- Heimsath, A., W. Dietrich, K. Nishiizumi and R. Finkel (1997). The soil production function and landscape equilibrium. *Nature* 388, p 358–361.
- Hobley, D. E. J., Adams, J. M., Nudurupati, S. S., Hutton, E. W. H., Gasparini, N. M., Istanbuluoglu, E., and Tucker, G. E. (2017) Creative computing with Landlab: an open-source toolkit for building, coupling, and exploring two-dimensional numerical models of Earth-surface dynamics. *Earth Surf. Dynam.*, 5, p21-46.
- Mathys N. (2006) Analyse et modélisation à différentes échelles des mécanismes d'érosion et de transport de matériaux solides. Cas des petits bassins versants de montagne sur marne (Draix, Alpes-de-Haute-Provence). Thèse de l'Université Joseph Fourier
- Regues, D, G. Pardini, F. Gallart (1995). Regolith behaviour and physical weathering of clayey mudrock as dependent on seasonal weather conditions in a badland area at Vallcebre, Eastern Pyrenees. *Catena* 25, 199-212.
- Tucker, G. E. and Hancock, G. S. (2010). Modelling landscape evolution, *Earth Surf. Proc. Land.*, 35, 28–50