

Étude de la dénudation moyen et court terme du Lubéron via les nucléides cosmogéniques

V. Godard, C. Miramont, O. Bellier, V. Ollivier, J. Fleury, L. Benedetti

11 décembre 2014

1 Résumé de l'étude

1.1 Rappel de la problématique

Comprendre les processus d'évolution des reliefs continentaux soumis aux actions antagonistes de l'érosion et de la tectonique, en les exprimant sous la forme de lois physiques concrètes, est un des enjeux principaux de la géomorphologie quantitative. L'utilisation des nucléides cosmogéniques tels que le ^{10}Be , en tant que chronomètres associés aux processus de dénudation a permis des avancés notables dans ce domaine. En particulier il est maintenant possible de valider des modèles physiques pour les processus de dénudation [Ouimet et al., 2009; Hurst et al., 2012] et de tester des hypothèses sur les importances relatives des différents facteurs contribuant à l'évolution du relief [Godard et al., 2014]. La plupart de ces études ont porté sur l'évolution des reliefs se développant sur des lithologies silicatées, en partie en raison de la facilité d'utilisation de l'isotope ^{10}Be dans ces contextes. Les reliefs carbonatés et leur évolution moyen-terme, bien qu'abondamment représentés, en particulier sur le pourtour méditerranéen, restent beaucoup moins étudiés [Ryb et al., 2014b,a]. L'étude présentée ici vise à fournir un premier faisceau d'éléments concrets et quantitatifs permettant d'appréhender les lois d'évolution de la topographie des paysages calcaire via les nucléides cosmogéniques (^{36}Cl).

1.2 Stratégie adoptée

Notre étude s'est développée sur la base des résultats préliminaires obtenus dans le cadre du post-doctorat d'E. Shabaniyan au CEREGE (financement AMU/CEA), qui ont conduit à une première estimation de la dénudation moyen/long-terme pour les chaînons carbonatés du Sud-Est de la France. Nous avons en effet pu observer des vitesses de dénudation de l'ordre de 30 m/Ma pour des échantillons du substratum rocheux des crêtes de la surface sommitale du Petit Lubéron, et entre 100 et 200 m/Ma pour des mesures à l'échelle des bassins versant (faites dans des sédiments alluviaux) drainant les flancs nord et sud du chaînon. Sur la base de ce premier constat, nous avons cherché à étudier de manière systématique les liens entre dénudation observée et morphologie de détail du relief, afin de d'obtenir une meilleure compréhension des processus mis en œuvre. Notre but est de tester la validité de certains formalismes classiques pour la dénudation et l'évolution des *soils mantled hillslopes* à substratum silicaté (typiquement lois de diffusion linéaire et non-linéaires), dans le cas des domaines carbonatés.

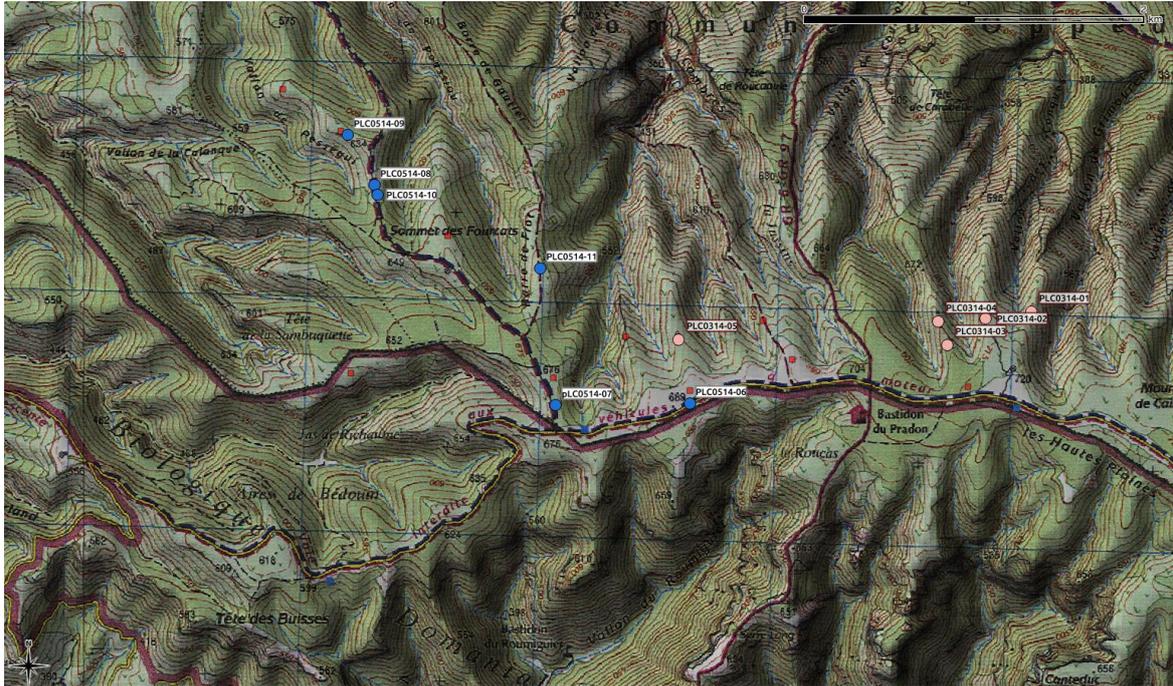


FIGURE 1 – Localisation des sites échantillonnés dans la partie Est de la crête du Petit Lubéron

1.3 Déroutement

Nous avons sélectionné une série de dix sites adjacents à la crête sommitale du Petit Lubéron, choisis sur des critères de simplicité morphologique et d'absence de couvert végétal important. Deux journées de terrain ont permis de collecter des échantillons, à la fois du substratum calcaire affleurant, mais aussi d'amalgames de clasts aux mêmes sites d'échantillonnage, afin de tester l'influence éventuelle des processus d'altération et pédogénétiques dans la sub-surface. Sur chaque site nous avons aussi réalisé une couverture photographique dense dans le but de produire un Modèle Numérique de Terrain à très haute résolution par photogrammétrie, afin d'extraire les caractéristiques morphologiques des surfaces échantillonnées. La préparation chimique des échantillons a été effectuée au laboratoire ^{36}Cl du L2NC (CEREGE) et la mesure des rapports isotopiques à l'accélérateur ASTER.

1.4 Principaux résultats

- Les premiers résultats obtenus permettent de faire ressortir les points suivants.
- Les vitesses de dénudation mesurées au niveau des différents sites varient entre 30 et 70 m/Ma dans la zone étudiée, ce qui est comparable aux résultats préliminaires de l'étude d'E. Shabanian, et correspond aussi aux taux observés par [Siame et al. \[2004\]](#) sur des terrasses alluviales pour différents sites en Provence.
 - Il n'y a pas de différence significative entre les concentrations en ^{36}Cl mesurées au sein des clasts et du substratum rocheux au niveau d'un même site. Ceci permet d'écarter l'existence de processus complexes d'évolution de ces surfaces comme par exemple des

développements de sol épisodiques ou des temps résidence long des populations de clasts au niveau de leur site de production.

- Les relations observées entre taux de dénudation et morphométrie de détails des sites étudiés sont compatibles avec les prédictions d'un modèle de diffusion linéaire.

2 Développements et valorisation

2.1 Publications et valorisation

- Rédaction de l'article présentant les résultats du postdoctorat d'E. Shabanian en cours
- Première présentation des résultats propres à cette étude dans un congrès international prévue à l'EGU (Vienne, printemps 2015)
- Rédaction et soumission de l'article associé à l'échelle du premier semestre 2015

2.2 Suites immédiates du projet

- La thèse de Franck Thomas (financement Région PACA/CEA) a débuté au CEREGE en Novembre et comprendra un volet portant sur une étude plus large de la dénudation pour l'ensemble des chaînons calcaires du Sud-Est de la France.
- Valerio Olivetti, actuellement en postdoctorat au CEREGE sur d'autres thématiques a soumis une demande de bourse Marie Curie pour développer un projet portant sur la dénudation des Apennins et ses implications géodynamiques.
- Catherine Novaes actuellement en M2R au CEREGE (financement SIGMA-EDF/CEREGE), réalisera un stage de recherche au premier semestre 2015, sur les relations tectonique/érosion affectant les morphologies associées aux failles normales actives en Grèce et dans les Apennins, sous la direction de Lucilla Benedetti et Vincent Godard.
- La collaboration entreprise avec l'IMBE et le LAMPEA sur les comparaisons court/moyen termes de la dénudation en Provence se poursuivra sur la base des résultats évoqués plus haut.

Références

- Godard, V., Bourles, D. L., Spinabella, F., Burbank, D. W., Bookhagen, B., Fisher, G. B., Moulin, A., and Leanni, L. (2014). Dominance of tectonics over climate in Himalayan denudation. *Geology*, 42(3) :243–246.
- Hurst, M. D., Mudd, S. M., Walcott, R., Attal, M., and Yoo, K. (2012). Using hilltop curvature to derive the spatial distribution of erosion rates. *Journal of Geophysical Research*, 117(F2) :F02017.
- Ouimet, W. B., Whipple, K. X., and Granger, D. E. (2009). Beyond threshold hillslopes : Channel adjustment to base-level fall in tectonically active mountain ranges. *Geology*, 37(7) :579–582.
- Ryb, U., Matmon, A., Erel, Y., Haviv, I., Benedetti, L., and Hidy, A. (2014a). Styles and rates of long-term denudation in carbonate terrains under a Mediterranean to hyper-arid climatic gradient. *Earth and Planetary Science Letters*, 406 :142–152.
- Ryb, U., Matmon, A., Erel, Y., Haviv, I., Katz, A., Starinsky, A., Angert, A., and Team, A. (2014b). Controls on denudation rates in tectonically stable Mediterranean carbonate terrain. *Geological Society of America Bulletin*, 126(3-4) :553–568.
- Siame, L., Bellier, O., Braucher, R., Sébrier, M., Cushing, M., Bourlès, D., Hamelin, B., Baroux, E., de Voogd, B., Raisbeck, G., and Yiou, F. (2004). Local erosion rates versus active tectonics : cosmic ray exposure modelling in Provence (south-east France). *Earth and Planetary Science Letters*, 220(3-4) :345–364.