

Formation de cannelures sur du plâtre en convection solutale

Martin Chaigne^{1,2}, Sylvain Courrech du Pont¹, Michael Berhanu¹

¹ Laboratoire Matière et Systèmes Complexes, Université Paris Cité, CNRS, 75013 Paris

² Institut de Physique du Globe de Paris, Université Paris Cité, CNRS, 75005 Paris

chaigne@ipgp.fr

À la surface de la Terre, les paysages sont façonnés par l'érosion, qui peut être d'origine mécanique mais aussi chimique. C'est le cas de l'érosion par dissolution, qui constitue le mécanisme principal pour des roches comme le gypse ou le calcaire. Les couplages entre topographie, écoulements et transport de soluté peuvent alors mener à l'apparition de motifs réguliers, dont la taille et la forme dépendent des conditions hydrodynamiques. Plusieurs études expérimentales se sont intéressées à leur émergence à la surface de matériaux à dissolution rapide, comme le caramel ou le sel, en contact avec l'eau [1]. En absence d'écoulement imposé, les gradients de densité dus aux forts gradients de concentration induits par la dissolution donnent naissance à un écoulement de convection solutale. En modulant spatialement le taux de dissolution, celui-ci peut conduire à l'apparition de motifs : cavités concaves polygonales sous des blocs horizontaux [2], fins sillons évoluant en cavités concaves allongées sous des blocs inclinés [1].

Nous revisitons ces expériences en utilisant du plâtre, dont la faible solubilité se rapproche de celle des roches naturelles. Les faibles gradients de densité suffisent à induire une instabilité de convection solutale, qui mène à la formation de motifs inédits : les fins sillons initiaux dirigés selon la pente se creusent et s'élargissent, sans jamais se transversaliser, jusqu'à donner un ensemble de cannelures parallèles séparées par des crêtes (Fig. 1). Grâce à des reconstructions 3D régulières et précises de la surface des blocs par profilométrie laser, nous caractérisons l'émergence et l'évolution des motifs. Nous mettons en évidence une croissance initialement exponentielle centrée autour d'une longueur d'onde imposée par l'hydrodynamique. Par la suite, nous montrons qu'un effet géométrique explique l'évolution non-linéaire des motifs en une succession de cannelures concaves, séparées par des crêtes acérées, et fusionnant peu à peu [2].

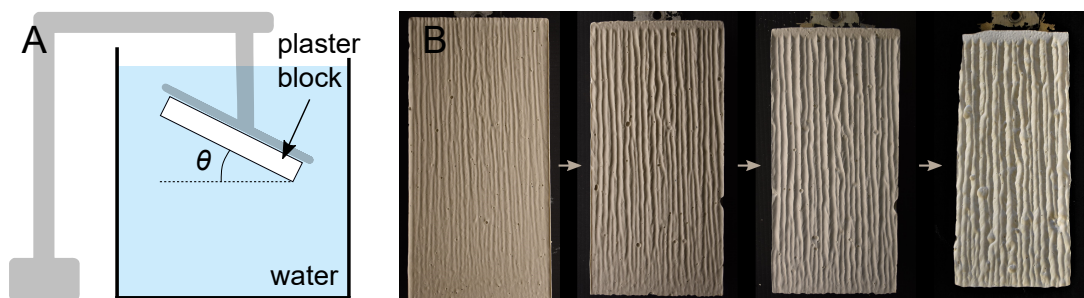


Figure 1. A : Dispositif expérimental : un bloc de plâtre de 20 cm de long est suspendu, avec une inclinaison $\theta = 40^\circ$, dans un aquarium rempli d'eau. B : Photographies de la face inférieure du bloc, après respectivement 48, 343, 541 et 928 heures d'immersion, mettant en évidence la formation de cannelures parallèles.

Références

1. C. COHEN, M. BERHANU, J. DERR & S. COURRECH DU PONT, Buoyancy-driven dissolution of inclined blocks : Erosion rate and pattern formation, *Physical Review Fluids*, **5(5)**, 053802(2020).
2. M. CHAIGNE, S. CARPY, M. MASSÉ, J. DERR, S. COURRECH DU PONT & M. BERHANU, Emergence of tip singularities in dissolution patterns, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **120(48)**, e2309379120(2023).