

> être poussé par le vent. Les traces parallèles et uniformes des rochers proches les uns des autres semblent confirmer cette hypothèse: ils seraient tous pris dans le même radeau; ils ne rouleraient pas en se déplaçant, mais froteraient sur le fond.

Hélas, les campagnes d'observations ont invalidé ce séduisant scénario. Les trajectoires de rochers proches ne sont en fait pas parfaitement parallèles: elles s'écartent ou se rapprochent légèrement, et on en déduit que ces rochers ne sont pas solidaires du même bloc de glace.

D'autres éléments viennent infirmer l'hypothèse du radeau. L'épaisseur de glace nécessaire pour assurer la flottaison semble plus importante que celle ayant cours d'habitude dans ce lac. Ensuite, lorsque les températures sont négatives et que tout le lac gèle et se recouvre de glace, les mouvements deviennent impossibles; il faut que la glace se brise pour que les plaques se mettent à dériver. Or dès que le soleil point, les pierres s'échauffent bien plus vite que l'eau et c'est donc autour d'elles que la glace fond le plus vite: les pierres se détachent de leur radeau avant que celui-ci ait le temps de bouger! Enfin, les traces au sol se révèlent trop profondes pour être dues à un attelage pierre-glace allégé.

POUSSÉES PAR DES PLAQUES DE GLACE

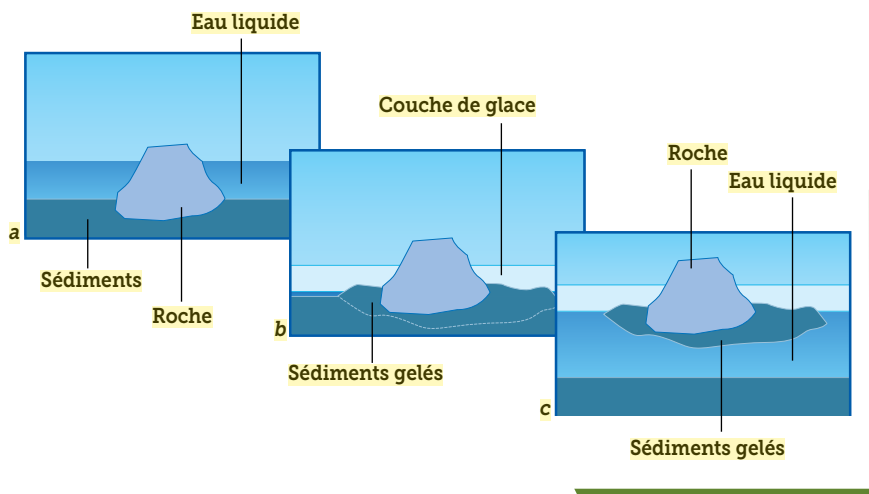
L'énigme a persisté notamment parce que les observations étaient très difficiles. En effet, même en imaginant être sur place au bon moment, il est difficile à l'œil nu de distinguer les lents mouvements de rochers (1 à 2 mètres par minute) dans un paysage dépourvu de points de repère. C'est en équipant des rochers de balises de géolocalisation, d'enregistreurs et de capteurs de température que l'Américain Richard Norris, de l'institut Scripps d'océanographie, et ses collègues ont pu comprendre le phénomène.

La position et la température étaient enregistrées toutes les heures jusqu'à ce qu'un mouvement soit détecté grâce à un déclencheur magnétique enterré dans le sol, sous les rochers équipés. L'enregistrement passait alors en mode continu et des caméras placées en divers endroits filmaient.

Ces chercheurs ont alors constaté que les mouvements se produisaient par des jours clairs et ensoleillés, après des nuits où la température était descendue en dessous de 0 °C. À la mi-journée, la chaleur et le vent brisaient la mince couche de glace qui s'était formée durant la nuit. Ce

UN SCÉNARIO ERRONÉ

Selon un scénario proposé en 2013, une roche posée sur le lac est dans un premier temps partiellement immergée (a). Quand la température baisse suffisamment, l'eau gèle, ainsi que la roche et les sédiments qui sont à son contact (b). Avec l'arrivée d'eau liquide, un radeau de glace solide de la roche et des sédiments associés se détache et se met à flotter au-dessus de la couche liquide (c); ce radeau peut alors se déplacer sous l'effet du vent. Mais ce scénario s'est révélé erroné, notamment parce que les couches de glace constatées sont trop minces.



sont ces plaques de glaces qui, mues par le vent, poussaient les rochers. Les plaques, épaisses de 3 à 6 millimètres, sont bien trop minces pour soulever les cailloux, mais la grande surface qu'elles offrent au vent les soumet à des forces latérales suffisantes pour qu'elles se chevauchent et s'enchevêtrent; cela augmente leur prise au vent, au point qu'elles deviennent en mesure de pousser les cailloux se trouvant sur leur chemin (voir l'encadré page précédente).

Cette explication permet aussi de comprendre pourquoi les mouvements des cailloux semblent synchronisés: les pierres sont poussées par un même ensemble de plaques de glace. Mais les mouvements ne sont pas parfaitement parallèles, car chaque caillou est poussé sans être solidaire des autres. Lors de certains événements, ce sont plus de 60 pierres qui sont poussées ensemble dans la même direction. Ces mouvements sont rares et brefs, les enregistrements révélant des durées de quelques minutes, une vingtaine tout au plus.

À l'influence directe du vent sur les plaques viennent s'ajouter les mouvements de l'eau du lac dus au vent. Observés à une vitesse comprise entre 60 et 100 centimètres par minute, ces mouvements font passer de l'eau de la partie nord du lac à sa partie sud. Ils facilitent les dérives des plaques et donc le déplacement des pierres. ■

BIBLIOGRAPHIE

R. D. Norris et al., **Sliding rocks on Racetrack Playa, Death Valley National Park: First observation of rocks in motion**, *PLoS One*, vol. 9(8), article e105948, 2014.

G. Kletetschka et al., **Sliding stones of Racetrack Playa, Death Valley, USA: The roles of rock thermal conductivity and fluctuating water levels**, *Geomorphology*, vol. 195, pp. 110-117, 2013.