

> 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

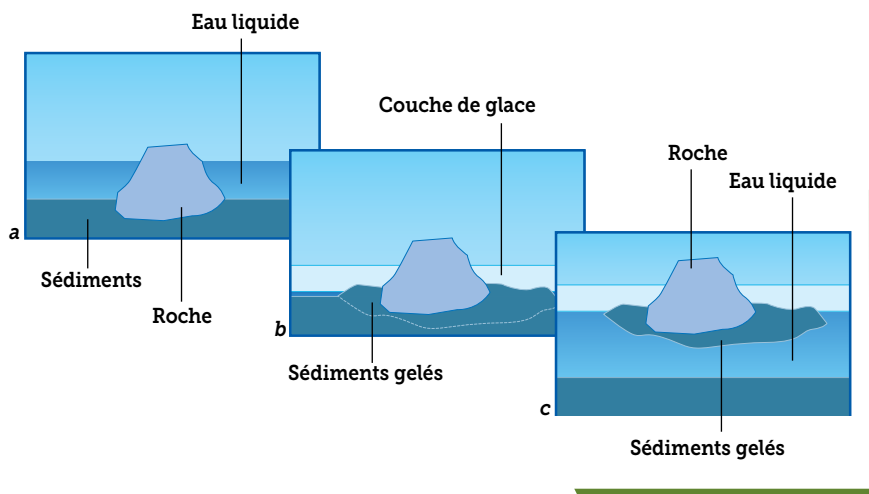
L'énigme a persisté notamment parce que les observations étaient très difficiles. En effet, même en imaginant être sur place au bon moment, il est difficile à l'œil nu de distinguer les lents mouvements de rochers (1 à 2 mètres par minute) dans un paysage dépourvu de points de repère. C'est en équipant 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.

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE

OFFRE D'ABONNEMENT

**DURÉE
LIBRE**

3 FORMULES
AU CHOIX

	FORMULE DÉCOUVERTE	FORMULE PAPIER + HORS-SÉRIE	FORMULE INTÉGRALE
Le magazine papier (12 numéros par an)	✓	✓	✓
Le hors-série papier (4 numéros par an)		✓	✓
L'accès en ligne illimité à pourlascience.fr			✓
L'édition numérique du magazine (12 numéros par an)			✓
L'édition numérique du hors-série (4 numéros par an)			✓
L'accès aux archives numériques depuis 1996			✓
VOTRE TARIF D'ABONNEMENT	4,90€ PAR MOIS	6,50€ PAR MOIS	8,20€ PAR MOIS

29 %
de réduction*

31 %
de réduction*

43 %
de réduction*

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à :

Pour la Science – Service abonnements – 19 rue de l'Industrie – BP 90053 – 67402 Illkirch Cedex – email: pourlascience@abopress.fr

☒ **OUI, je m'abonne à Pour la Science en prélèvement automatique**

PAG19STD

1 / Je choisis ma formule (merci de cocher) et je complète l'autorisation de prélèvement ci-dessous.

☐ **FORMULE
DÉCOUVERTE**
• 12 n° du magazine papier

4,90€
PAR MOIS
-29 %
DPV4E90

☐ **FORMULE
PAPIER +
HORS SÉRIE**
• 12 n° du magazine papier
• 4 Hors-série papier

6,50€
PAR MOIS
-31 %
PPV6E50

☐ **FORMULE
INTÉGRALE**
• 12 n° du magazine papier
• 4 Hors-série papier
• Accès illimité aux contenus en ligne

8,20€
PAR MOIS
-43 %
IPV8E20

2 / Mes coordonnées

Nom:

Prénom:

Adresse:

Code postal: Ville:

Tél.:@

E-mail:@
(indispensable pour la formule intégrale)

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement: 1 an. Délai de livraison: dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/12/2019 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site <https://boutique.pourlascience.fr>. Photos non contractuelles.

Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante: <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit «RGPD») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

Groupe Pour la Science - Siège social: 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris
cedex 14 – Sarl au capital de 32 000€ – RCS Paris B 311 797 393 – Siret: 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z

3 / Mandat de prélèvement SEPA

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Pour la Science à transmettre des instructions à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin. Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de 8 semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

TYPE DE PAIEMENT : PAIEMENT RÉCURRENT

Titulaire du compte

Nom: Prénom:

Adresse:

Code postal: Ville:

Désignation du compte à débiter

BIC (Identification internationale de la banque)

IBAN

(Numéro d'identification international du compte bancaire)

Établissement teneur du compte

Nom:

Adresse:

Code postal: Ville:

Date et signature

Organisme Créancier: Pour la Science
170 bis, bd. du Montparnasse – 75014 Paris
N° ICS FR92ZZZ426900
N° de référence unique de mandat (RUM)

**4 / MERCI DE JOINDRE
IMPÉRATIVEMENT UN RIB**

Partie réservée au service abonnement. Ne rien inscrire