

Mathématiques

Des rides hexagonales ou labyrinthiques

La formation de plis sur des surfaces courbes résistait à la modélisation mathématique. Une nouvelle approche a permis de préciser ce qui détermine les motifs observés.

Quand un grain de raisin se dessèche, sa peau se ride. Le même type de sillons sinueux apparaît dans les empreintes digitales, car un processus similaire est à l'œuvre. Ce mécanisme produit aussi des motifs hexagonaux analogues à ceux de la surface d'une balle de golf. Mais de quels paramètres dépend la forme des rides ? Sur des surfaces courbes, ces structures étaient difficiles à étudier. Le mathématicien Jörn Dunkel et son équipe de l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT) viennent de franchir une étape.

On explique la formation des plis ou des rides par l'instabilité de flambage. Lorsqu'un matériau est comprimé, il se déforme uniformément dans un premier temps, avant de se plier lorsque la contrainte imposée devient trop importante. Pedro Reis et Denis Terwagne, du MIT, ont étudié l'instabilité de flambage sur un film mince élastique à la surface d'une sphère qu'ils dégonflaient peu à peu. Les rides formaient soit un motif hexagonal, soit un motif de type labyrinthe.

Ils se sont associés aux mathématiciens du MIT pour

comprendre le mécanisme de formation et le processus de sélection des deux motifs.

Walter Koiter, de l'Université de Delft, avait développé une théorie mathématique qui décrit les déformations d'une surface courbe et élastique. Cependant, la résolution de ces équations était trop difficile pour étudier la transition entre les différentes formes de rides – le cas qui intéressait Jörn Dunkel et ses collègues –, en raison d'effets non linéaires importants, liés à la courbure de la surface.

En appliquant des hypothèses simplificatrices validées expérimentalement, les chercheurs ont réduit les équations de Koiter à une seule équation, dite de Swift-Hohenberg, qu'il est possible de résoudre numériquement.

Grâce à cette approche, les chercheurs ont mis en évidence le rôle clef joué, dans la sélection du motif de rides, par la courbure de la surface et l'épaisseur du film élastique. Par exemple, plus une surface est courbée, plus les rides présentent un motif hexagonal régulier. Plus le film élastique

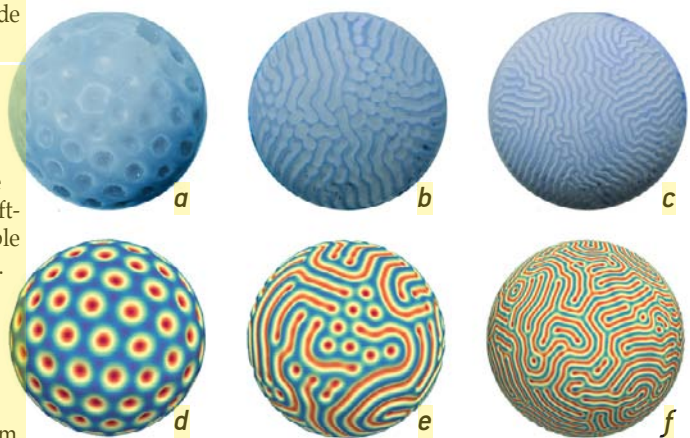
est mince, plus les rides forment des sillons labyrinthiques. Jörn Dunkel et ses collègues ont ainsi quantifié les relations entre ces paramètres et la forme des rides. Ils ont aussi observé une phase intermédiaire dans laquelle cohabitent des structures hexagonales et labyrinthiques.

Les prévisions du modèle sont en accord avec les observations. Le phénomène serait universel et s'appliquerait à

des échelles aussi bien microscopiques que macroscopiques. Il interviendrait sur tout type de surface courbée en compression et expliquerait, entre autres, l'aspect des raisins secs, les empreintes digitales et les circonvolutions du cerveau.

S. B.

N. Stoop et al., *Nature materials*, en ligne le 2 février 2015



En fonction de certains paramètres, la surface d'une sphère en contraction adopte une structure de plis hexagonale (a), labyrinthique (c) ou d'une phase intermédiaire (b). Les simulations du modèle (en bas) correspondent à ce que l'on observe (en haut).

© N. Stoop et al./Nature materials

Aux origines des hippopotames

L'analyse génétique établit que les cétacés sont les plus proches cousins des hippopotames. Ce lien était difficile à clarifier, par manque de fossiles des ancêtres des hippopotames. Au Kenya, une équipe franco-kenyane, menée par Fabrice Lihoreau de l'Université de Montpellier 2, a découvert une mâchoire et des dents, datés de 28 millions d'années, d'une nouvelle espèce d'anthracothères. Il s'agit d'une famille disparue et qui comble la lacune entre les hippopotames et leur ancêtre commun avec les cétacés.

L'humanité sature ses mers de plastique

Jenna Jambeck, de l'Université de Géorgie et des collègues ont établi qu'en 2010, entre 1,7 et 4,6 % des rejets de plastiques quotidiens d'une population côtière étaient susceptibles de parvenir en mer. Il s'ensuit que sur les 275 millions de tonnes

de déchets de plastique produites chaque jour dans le monde en 2010, entre 4,8 et 12,7 millions de tonnes ont fini dans les océans. Pour la France, cela signifie que chaque jour, sur les quelque 3303 tonnes de déchets de plastiques produites, entre 56 à 152 tonnes ont gagné la mer.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr