

52 **GÉOPHYSIQUE** Quand l'eau met le feu aux volcans

Michel Detay

Lorsque le magma remonte des profondeurs de la Terre, l'eau qu'il contient se transforme en vapeur. L'énorme volume occupé alors par ce gaz explique pourquoi les éruptions volcaniques sont avant tout une histoire d'eau.



62 **ASTROPHYSIQUE** Quelle est notre place dans l'Univers ?

Caleb Scharf

Pour savoir si la vie existe ailleurs dans l'Univers, il faut considérer les conditions de son émergence sur Terre : sont-elles très particulières, ou au contraire très communes ? La réponse est probablement entre les deux.

68 **HISTOIRE DES SCIENCES** L'animal, une colonie d'organismes ?

Stéphane Schmitt

Au XIX^e siècle, des naturalistes proposèrent qu'à l'image des coraux ou des salpes, les animaux soient constitués d'organismes plus petits. Cette théorie coloniale s'est perpétuée jusqu'à aujourd'hui.



© Pour la Science - n° 450 - Avril 2015

Rendez-vous

78 **Logique & calcul**

De l'art avec les fractales

Jean-Paul Delahaye

L'exploration de l'univers mathématique des fractales avec un ordinateur est un art analogue à la découverte esthétique du monde avec un appareil photo.

86 **Science & fiction**

Tempête de sable sur Dune

J. Sébastien Steyer et Roland Lehoucq

88 **Art & science**

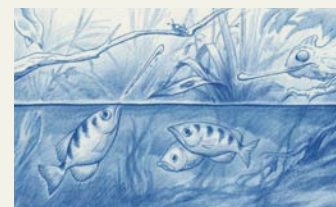
Artistes et climat : des relations qui se réchauffent

Loïc Mangin

90 **Idées de physique**

Le tireur embusqué des mangroves

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik



93 **Question aux experts**

Les enfants surdoués sont-ils plus anxieux ?

Nicolas Gauvrit

94 **Science & gastronomie**

De l'ail noirci ou bleui

Hervé This

96 **À lire**

98 **Bloc-notes**

Les chroniques de Didier Nordon

Aussi en numérique !

POUR LA
SCIENCE.fr

Archives
depuis 1996



Application
Smartphone et Tablette



Suivez-nous sur les réseaux sociaux



Sommaire [5

Actualités

Biologie du développement

Comment l'embryon se replie

Les premiers stades du développement des vertébrés s'apparentent à un jeu de pliage selon des pointillés.

Le développement précoce de l'embryon, pure biologie ou mécanique ? Depuis quelques années, les preuves s'accumulent en faveur d'un mélange des deux. Diverses équipes ont découvert que les contraintes mécaniques jouent un rôle important dans le modelage des tissus au cours de l'embryogenèse. Notamment, en 2009, Emmanuel Farge, de l'Institut Curie à Paris, et son équipe ont montré que des déformations mécaniques d'un embryon de drosophile entraînent l'expression de gènes du développement.

Toutefois, comment tout cela commence-t-il ? La première impulsion est-elle mécanique ou biologique ? Pour enquêter sur cette question digne du paradoxe de l'œuf et de la poule, trois physiciens et un biologiste ont scruté les premiers moments d'un embryon... de poulet. Ils ont ainsi montré qu'un mécanisme physique simple, une sorte de jeu de pliage selon des pointillés, transforme en une étape la petite masse informe de cellules des premiers instants en une organisation complexe de tissus distincts bien délimités.

Les études sur le sujet se concentraient sur la drosophile, la grenouille et la souris, tous manipulables génétiquement, mais dont les embryons en développement étaient difficiles à filmer à cause du caractère tridimensionnel des mouvements. Plat comme une omelette, l'embryon de poulet des premières heures est suffisamment mince pour que l'on puisse suivre au microscope les mouvements des cellules qui le constituent. Vincent Fleury, du laboratoire Matière et systèmes



Au tout début de son développement, l'embryon de poulet se replie sur lui-même et délimite le tube neural (à droite, de haut en bas, images séparées de 100 minutes). Ci-dessus, l'embryon dix jours plus tard.

complexes (CNRS/Université Paris Diderot), et ses collègues ont ainsi filmé son développement pendant plusieurs heures et distingué les groupes de cellules qui le composent.

Au départ, l'embryon est un disque formé d'anneaux concentriques de cellules : un anneau périphérique avec de grandes cellules, un anneau intermédiaire avec des cellules moyennes et un disque central avec de petites cellules. Puis, au fil des heures, le disque se replie sur lui-même selon un axe (qui sera celui de l'animal), jusqu'à former le tube neural, qui donnera naissance à l'encéphale et à la moelle épinière. En suivant chaque anneau de cellules, Vincent Fleury et ses collègues

ont montré que non seulement ces domaines conduisent à des tissus différents (nerveux, musculaire, digestif, etc.), mais que la frontière entre deux domaines se plie dès le deuxième jour de développement.

La différence de taille des cellules d'un anneau à l'autre crée une différence de rigidité entre les deux domaines (plus les cellules sont petites, plus le domaine est rigide). Les frontières entre domaines constituent donc des discontinuités (les pointillés du pliage) où des plis se forment lorsqu'une force adéquate est appliquée. D'où vient cette force ? De la migration des cellules au fur et à mesure de leurs divisions, migration qui allonge peu à peu l'embryon. D'ailleurs, si

