

L'ESSENTIEL

> Depuis plus d'un demi-siècle, les géologues décrivent de façon simplifiée la surface terrestre comme un pavage de plaques rigides mouvantes : c'est la théorie de la tectonique des plaques.

> Fondée sur la modélisation empirique de la façon dont les roches mantelliques se déforment, la première simulation numérique de l'évolution géologique

d'une planète de type Terre reproduit à la fois la convection au sein du manteau et la tectonique des plaques.

> Ces résultats dévoilent quelles forces dominent les changements incessants de la surface terrestre, qui ont rendu la vie possible depuis 4,5 milliards d'années.

L'AUTEUR



NICOLAS COLTICE
géodynamicien, est directeur des études au département Géosciences de l'École normale supérieure à Paris

Les géophysiciens pensent depuis longtemps que les mouvements se produisant dans l'intérieur brûlant de la Terre sont à l'origine de ceux des continents et des fonds océaniques. Encore fallait-il le montrer. C'est ce que fait la première simulation numérique de la planète entière.

De puissantes forces tectoniques ont créé les Alpes. Il y a dix ans, alors que, me rendant de Lyon à Zurich, je les traversais en train, je percevais à peine leur majesté, car mes pensées portaient alors sur l'une des plus grandes énigmes scientifiques qui soient : quels liens existent entre les phénomènes internes à notre planète et les changements spectaculaires de sa surface au cours des âges ? Ces phénomènes ont créé les Alpes, déplacent les continents, mais, surtout, ils rendent notre planète habitable depuis des milliards d'années... Une fois dans la capitale de la Suisse allemande, les deux chercheurs que je venais rencontrer, Paul Tackley et Tobias Rolf, m'ont montré des résultats prometteurs : nous étions proches de la réponse à mes questions !

Depuis trois décennies, Paul Tackley, un géophysicien à l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETH Zurich), s'efforce de simuler sur des superordinateurs massivement parallèles la convection au sein du manteau terrestre. Nombre de phénomènes de transport de matière se produisent au sein de cette couche rocheuse de quelque 2900 kilomètres d'épaisseur située entre la croûte terrestre et le noyau métallique de notre planète. J'étais à Zurich dans l'espoir de pouvoir employer son code informatique afin de travailler sur l'énigme qui me fascinait : l'origine profonde des phénomènes géologiques qui façonnent notre globe. Je m'étais en effet rendu compte que la théorie de la tectonique des plaques (voir l'encadré page 22) ne les explique que de façon... superficielle. Comme Tobias Rolf, l'un des doctorants

de Paul Tackley, avait des intérêts similaires, nous avons alors décidé de collaborer.

Assis dans le bureau de Tobias Rolf, j'ai donc découvert des animations géologiques représentant des années de travail acharné, et j'ai cru halluciner quand, sur l'écran, se sont formées des dorsales océaniques, puis ont commencé des subductions qui se sont poursuivies avant de s'arrêter... Ce soir-là, à l'hôtel, mon esprit est entré en ébullition : je sentais que, même si les modèles que j'avais vus fonctionner étaient encore très approximatifs, nous allions bientôt pouvoir simuler en même temps la convection dans le manteau terrestre et la tectonique des plaques. Autrement dit, il serait possible de se lancer dans l'étude de la dynamique terrestre dans sa globalité ! De fait, quelques années plus tard, en 2018, nous avons lancé la première simulation géodynamique d'une planète tellurique virtuelle et cela nous a permis de mieux comprendre comment évoluent, à l'intérieur et en surface, les planètes rocheuses comme l'est la Terre.

DE LA DÉRIVE DES CONTINENTS À LA TECTONIQUE DES PLAQUES

L'évolution de la Terre pendant ses 4,5 milliards d'années d'existence est spectaculaire. Ce n'est qu'au cours du siècle dernier que nous avons commencé à percevoir les phénomènes physiques superficiels ou profonds qui l'ont constamment modifiée. Dans un ouvrage de 1915 – *La Genèse des continents et des océans* –, le climatologue allemand Alfred Wegener proposa l'idée de dérive des continents et celle de l'existence passée de supercontinents. Les mécanismes d'entraînement et la vitesse de

D'énormes forces tectoniques ont créé les Alpes – ici une crête dans les Dolomites – en comprimant les épaisses couches sédimentaires et le substrat sous-jacent d'un bassin sédimentaire de l'ancien océan disparu de la Thétyss. Leur formation a commencé il y a environ 135 millions d'années, au tournant du Jurassique et du Crétacé, mais est passée par sa principale phase il y a 30 à 35 millions d'années.