



**HAL**  
open science

## La dynamique profonde du Rift et ses conséquences

Raphaël Pik, Nicolas Bellahsen, Pierre Sepulchre

► **To cite this version:**

Raphaël Pik, Nicolas Bellahsen, Pierre Sepulchre. La dynamique profonde du Rift et ses conséquences. Boisserie J.-R.; Prat S.; Tiberi C. Le Grand Rift Africain - à la confluence des temps, Cherche-Midi; CNRS, pp.60-69, 2023, 978-2-7491-7814-1. hal-04503628

**HAL Id: hal-04503628**

**<https://hal.science/hal-04503628v1>**

Submitted on 3 Oct 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NoDerivatives 4.0 International License

## La dynamique profonde du Rift et ses conséquences

Raphaël Pik<sup>1</sup>, Nicolas Bellahsen<sup>2</sup>, Pierre Sepulchre<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CRPG – Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques

<sup>2</sup> iSTeP – Institut des Sciences de la Terre de Paris

<sup>3</sup> CLIM – Modélisation du climat

*Le Rift concentre, à l'échelle d'un continent, des interactions privilégiées entre les enveloppes internes et externes de la Terre, mais aussi avec le vivant, incluant les sociétés humaines.*

Pour comprendre la formation du Rift à la surface du globe, il faut plonger à l'intérieur de la Terre et de ce que nous appelons sa « géodynamique ». Tout repose sur le transfert vers la surface de la chaleur emmagasinée par la planète. Cette chaleur est transformée en énergie mécanique *via* des courants de convection ascendants et descendants, comme dans une casserole d'eau chauffée par la base, mais ici avec des temps caractéristiques de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de millions d'années jusqu'à déformer le manteau et la croûte terrestre solides. Le modèle de la tectonique des plaques, qui décrit et conceptualise la « dérive » des continents à la surface de la planète, est fondamentalement régi par ce processus. Et les reliefs des continents, que ce soient ceux des chaînes de montagnes ou ceux des zones de rifts, ne sont que l'expression finale, à la surface, de ces différents mouvements verticaux et horizontaux, qui représentent en quelque sorte la « respiration » continue de la planète tant qu'elle contient assez de chaleur interne à dissiper.

Dans ce système, c'est la surface résistante du globe, la lithosphère (125 kilomètres d'épaisseur en moyenne sous les continents), qui est organisée en plaques et qui se déforme. Alors que l'amplitude de ses mouvements horizontaux peut atteindre des centaines, voire des milliers de kilomètres, les reliefs associés aux mouvements verticaux ne représentent que quelques kilomètres tout au plus. Ce sont pourtant eux qui focalisent l'attention et la perception des êtres humains qui habitent à la surface du globe, et bien souvent aussi celle des scientifiques qui s'attachent à en comprendre les systèmes. Les paysages des rifts continentaux, leurs dépressions axiales, leurs champs de failles et les reliefs qui les bordent sont des objets typiques de la dynamique d'étirement et d'amincissement au sein de la lithosphère. Sous l'effet de contraintes divergentes engendrées sous les plaques et à leurs frontières, ces processus d'extension créent et organisent les différents types de reliefs. Ceux-ci résultent d'un jeu complexe entre les déformations focalisées le long des systèmes de failles développés dans la croûte continentale, qui décalent les roches vers le haut ou vers le bas, et des équilibres de forces entre la croûte et le manteau sous-jacent, qui ont des densités différentes.

### **Une activité interne profondément mouvementée**

Les interactions entre profondeur et surface dans les rifts continentaux ne se limitent pas aux processus d'extension qui créent ces dépressions typiques. En effet, certains rifts sont aussi associés à une activité magmatique et/ou volcanique plus ou moins importante, et c'est notamment ce qui caractérise le Rift en Afrique orientale. Contrairement à une idée reçue très répandue, les différentes enveloppes de roches dans la croûte et le manteau sont solides. Ce n'est que lorsque l'équilibre entre pression et température moyennes est rompu que certaines zones très localisées dans le manteau terrestre fondent et génèrent des magmas.

C'est ce qui survient lors de l'amincissement de la lithosphère à l'aplomb d'un rift, qui fait alors remonter les roches mantelliques de quelques dizaines de kilomètres et entraîne la formation de magmas, généralement en quantités relativement modestes. Les magmas ainsi formés dans le manteau, sous le Rift, migrent vers la surface à travers un système de « plomberie », le long d'un réseau de fractures et de failles, et sont stockés à différentes profondeurs dans la croûte sous forme de réservoirs. Seule une petite partie de ces liquides magmatiques s'échappe des réservoirs et arrive enfin à la surface, sous forme de coulées de lave ou de coulées et dépôts pyroclastiques\*, pour former les chapelets de volcans (le mont Kilimandjaro et l'Ol Doinyo Lengai, en Tanzanie, le mont Kenya ou encore le Nyiragongo, en République démocratique du Congo) qui sont alignés sur l'axe des différentes branches du Rift.

Le Rift a la particularité supplémentaire et singulière d'être associé à une remontée localisée de manteau terrestre profond, qui prend son origine à plusieurs centaines, voire milliers de kilomètres sous la lithosphère, et que l'on nomme un « panache mantellique ». Ce panache ascendant de manteau profond s'est développé sous la plaque africaine, le long du Rift, du sud-ouest vers le nord-est, pour venir littéralement percuter la lithosphère dans sa partie nord et engendrer ce que l'on appelle un « point chaud\* ». La nature et les modalités d'interaction de ce panache mantellique avec la lithosphère sous le Rift restent encore très âprement discutées dans la communauté scientifique, mais cette remontée de manteau vers la surface a clairement été à l'origine d'énormes épanchements de lave (les trapps), il y a 40 à 30 millions d'années. Ceux-ci ont été empilés sur plusieurs kilomètres d'épaisseur et sur des centaines de kilomètres de distance au niveau des hauts-plateaux kényans et éthiopiens, lors de véritables crises volcaniques, puis de façon plus modérée et localisée dans la branche du Rift qui s'est développée au cœur de ce point chaud lors des 25 derniers millions d'années. Cette activité magmatique liée à la fusion du panache mantellique perdure encore actuellement au niveau de l'axe du Rift éthiopien et dans la dépression de l'Afar, où le paysage est partout façonné par d'importantes émissions de lave, souvent situées le long de fissures, comme à l'axe du rift de Manda Hararo, ou depuis la célèbre chaîne de l'Erta Ale, qui abrite un lac de lave permanent. C'est ici, au cœur de la dépression de l'Afar, dominée par cet important flux magmatique, que la transition océan-continent (la TOC !) s'établit autour d'un point triple, entre les océans déjà formés du golfe d'Aden et de la mer Rouge et le Rift encore continental.

### **Une vie et un climat de surface modelés en profondeur**

Cette dynamique a ainsi créé, durant plusieurs dizaines de millions d'années, le Rift tel que nous le connaissons actuellement, avec ses contrastes et sa diversité de paysages s'étendant sur plusieurs milliers de kilomètres du sud au nord. La topographie est clairement la première conséquence directe de la dynamique profonde lithosphérique. Il s'agit d'un paramètre complexe qui n'est pas aisé à décomposer si l'on veut comprendre quand et comment cette topographie s'est développée, et quelles ont été ses conséquences pendant l'évolution du Rift. Concernant la création proprement dite des reliefs, il faut prendre en compte toutes les composantes potentielles qui ont pu, chacune, jouer un rôle pendant des périodes spécifiques et sur des durées caractéristiques. Si l'on a longtemps cru que le Rift s'était développé d'abord dans le nord avant de se propager petit à petit vers le sud, au fur et à mesure, durant des millions d'années, cette interprétation est de plus en plus remise en question. Les données récoltées au niveau des épaules du Rift indiquent aussi une origine ancienne pour ses branches ouest et est, ce qui impliquerait donc un développement synchrone, lent et continu, de l'ensemble de la dépression et de la topographie associée.

Le panache mantellique a également joué un rôle primordial dans la construction de la topographie en contrôlant directement, et très tôt dans l'histoire du Rift, la mise en place des épaisses coulées volcaniques des hauts-plateaux kényans et éthiopiens. Il a aussi certainement entraîné, parallèlement, un soulèvement global supplémentaire de toute la région de 500 à 1000 mètres. Une des implications locales directes du développement du relief du Rift concerne l'établissement et le contrôle des différentes ceintures morphoclimatiques étagées, des hauts-plateaux et volcans verdoyants jusqu'aux zones semi-désertiques de basse altitude qui font la diversité de ses paysages et des écosystèmes qui s'y sont développés. Ces topographies typiques des rifts ont aussi la spécificité de créer des bassins et des retenues d'eau qui constituent des habitats et environnements favorables au développement de la biodiversité, incluant les représentants anciens de l'humanité.

Une telle histoire du soulèvement a des conséquences directes sur le système climatique régional lui-même, et en définit l'hétérogénéité spatiale et temporelle, notamment en termes de régimes de pluie. À plus grande échelle, la topographie du Rift, de par son extension en latitude et son orientation nord-sud, agit comme une barrière pour les grands transports d'humidité dans les basses couches de la troposphère\*. Des simulations numériques du climat ont ainsi suggéré qu'en l'absence de cette topographie orientale, les précipitations seraient réparties de façon plus homogène sur le continent africain, et que le contraste humide/sec observé entre l'ouest et l'est du continent serait beaucoup moins marqué. Par ailleurs, les modèles climatiques montrent que la topographie du Rift altère le climat à des échelles spatiales bien plus grandes ; la présence des hauts-plateaux éthiopiens permet en effet de renforcer les transports de masses d'air transéquatoriales et la structure de ce qu'on appelle le « courant-jet\* » de Somalie. Ce jet joue un rôle essentiel dans la mise en place de la mousson asiatique. Au vu de ces effets à échelles multiples, un des enjeux centraux des géosciences est de réussir à contraindre dans le temps l'évolution spatiale de cette topographie est-africaine. Cela permettra de mieux comprendre les conséquences de cette évolution sur la dynamique atmosphérique au cours du temps, et ainsi d'en quantifier les répercussions sur l'évolution du climat.

Le volcanisme représente la seconde conséquence fondamentale de la dynamique lithosphérique profonde tout au long du Rift. La nature et la quantité des produits émis à sa surface sont très contrastées du nord au sud et de l'est à l'ouest, mais, partout, ce volcanisme contrôle fortement le paysage et les écosystèmes qui s'y développent. En fonction de leur âge ou de la ceinture morphoclimatique dans laquelle les produits volcaniques se sont mis en place, ils peuvent apparaître localement sous forme de sols riches et de terres cultivables, comme sur les hauts-plateaux et les pentes des grands volcans anciens, ou au contraire sous forme d'étendues de lave brute inhospitalières, comme au cœur de la dépression de l'Afar. Le magmatisme associé au Rift comprend aussi une composante active, et l'éruption des magmas en surface a des répercussions directes importantes en termes de risques volcaniques et sismiques associés, qui peuvent avoir de fortes conséquences sur les populations qui vivent à proximité. Le transfert de ces magmas au travers de la croûte continentale peut, à l'inverse, représenter un atout pour les populations du Rift. Il est au cœur des échanges de chaleur, permettant ainsi leur utilisation géothermique, et aussi des échanges et concentrations d'éléments, qui peuvent être utilisés comme ressources naturelles.