

**Le champ magnétique, témoin de la Vie de la Terre et des évolutions  
de la Vie sur Terre  
Vincent Courtillot**

La tectonique des plaques nous a appris que la Terre était une planète dynamique. Le fer liquide qui compose majoritairement son noyau dérive à la vitesse de dix kilomètres par an, cent mille fois plus vite que les continents en surface. Il est le siège des processus qui engendrent le champ magnétique terrestre. Ses fluctuations dans le temps sont d'une extrême richesse : elles vont de moins que l'année à plus que le milliard d'années, nous offrant un laboratoire naturel de très grandes dimensions, tant dans l'espace que dans le temps.

Nous en avons découvert les variations les plus brusques, les secousses magnétiques, qui se produisent en environ une année et dont le mécanisme est le sujet de recherches toujours actives. Plus loin dans le passé historique, sa variation séculaire offre un précieux outil de datation pour les archéologues, qui en retour contribuent à préciser cette variation. Poursuivant notre remontée dans le temps, nous rencontrons les inversions du dipôle terrestre, découvertes il y a cent ans par Bernard Brunhes, la dernière s'étant produite il y a 780 000 ans. La séquence de ces inversions est devenue le fondement d'une stratigraphie nouvelle. Associée à la géochronologie, à la biostratigraphie et à la cyclostratigraphie, qui se fonde sur les fameux cycles de Milankovic, la magnétostratigraphie est à la base des échelles les plus précises qui permettent la mesure du temps profond en géologie.

La propriété qu'ont les roches de conserver, parfois presque indéfiniment, la mémoire du champ magnétique ancien a révélé sa puissance avec la détermination, pour la première fois il y a 50 ans, des pôles paléomagnétiques, puis avec la découverte dix ans plus tard des anomalies magnétiques océaniques. Nous avons associé ces deux types de mémoire pour construire une génération nouvelle de «chemins de dérive des pôles » vus depuis chaque continent, dont nous avons pu proposer les reconstitutions paléogéographiques au cours des derniers 250 millions d'années. Cette synthèse nous a aussi permis de montrer combien l'approximation fondamentale d'un champ essentiellement dipolaire était bonne : «la Terre est un grand aimant » disait William Gilbert dès 1600.

Nous avons aussi utilisé le paléomagnétisme pour tenter de préciser les raccourcissements subis par la croûte terrestre à la suite du choc de l'Inde contre l'Asie. Après avoir ainsi travaillé au Tibet, nous avons analysé le magnétisme des traps du Deccan en Inde, un empilement de plusieurs kilomètres d'épaisseur de centaines de coulées de lave. Nous avons découvert avec étonnement que ce volcanisme massif s'était mis en place en «seulement » quelques centaines de milliers d'années, un temps géologiquement très bref, et ce au moment même où se produisait la dernière grande extinction en masse des espèces biologiques, celle au cours de laquelle ont disparu les dinosaures. Ceci nous a conduits à proposer une hypothèse alternative de celle qui attribuait cette extinction au seul impact d'une grosse météorite au Mexique.

Cette météorite a bien existé, mais le problème est de faire la part de ces deux catastrophes qui se sont produites simultanément, quoiqu'à des échelles de temps très différentes, il y a 65 millions

d'années. Nos travaux, et ceux d'autres équipes dans le monde à la suite de nos premiers résultats dans le Deccan, ont conduit à montrer la rareté des grands impacts et au contraire la présence 2  
systématique de traps lors de toutes les grandes extinctions des 300 derniers millions d'années. L'échelle des grandes ères géologiques et de leurs principales subdivisions n'est autre que la séquence de ces grandes éruptions. Elle trahit le pouls chaotique de la Terre. La corrélation est désormais si belle qu'il est devenu difficile de refuser l'hypothèse que ce sont des éruptions volcaniques rares et extrêmes qui sont responsables de ces moments où se réoriente complètement l'évolution des espèces, où c'est le plus chanceux plutôt que le mieux adapté qui survit.

Mais d'où viennent ces traps ? Le débat se poursuit entre ceux qui pensent que leur source est très superficielle, ceux qui pensent qu'ils viennent d'une zone de transition à 650 km de profondeur et ceux (dont je fais en ce moment partie) qui pensent que certains d'entre eux au moins peuvent provenir de la limite entre le manteau et le noyau, à 2900 km sous notre Coupole. L'éruption des traps à la surface est la plupart du temps accompagnée de l'ouverture d'un grand bassin océanique : c'est ainsi qu'on peut élégamment expliquer la géographie des trois grands bassins qui constituent l'océan Atlantique, bassins formés à la suite de l'émergence de trois traps successifs.

Notre intérêt se porte aujourd'hui vers le mécanisme des extinctions. Nous essayons de mieux décrire la séquence temporelle des éruptions et de modéliser leur effet délétère sur le climat. Nous venons, pour nous «faire les dents», de modéliser les suites de la grande éruption du Laki en 1783. Ce fut la plus grande éruption basaltique de l'histoire et nous savons désormais qu'elle a fait en Europe occidentale bien plus de morts que la canicule de l'été dernier. Nous avons pu reconstituer la répartition géographique du nuage de brouillard sulfureux, sec, qui s'est abattu sur une grande partie de l'hémisphère nord et dont Mourgue de Montredon et Benjamin Franklin avaient su comprendre la signification essentielle, alors que l'éruption était encore en cours !

Le géomagnétisme et ses extensions dans le passé que sont l'archéomagnétisme et le paléomagnétisme regorgent d'outils exceptionnels et permettent d'attaquer de grands problèmes scientifiques, qui vont des soubresauts du noyau à ceux de la biosphère, et partant, de l'évolution des espèces. La solution de ces problèmes requiert l'indispensable attitude qu'est la pluridisciplinarité, un plaisir d'ailleurs plus qu'une obligation. Nous découvrons ainsi à quel point les enveloppes les plus éloignées de la Terre, et les plus disparates, sont liées par de profonds et complexes couplages, dont il nous reste en grande partie à déchiffrer les mécanismes intimes.