





Mécanisme

Le noyau de la Terre (et d'autres planètes) est, selon la théorie en vigueur, une gigantesque dynamo magnétohydrodynamique qui génère le champ magnétique terrestre. Ce phénomène serait dû aux mouvements de convection du noyau externe, composé d'alliages de fer et de nickel en fusion, et aux courants électriques induits. Dans les simulations, on observe que les lignes de champ magnétique peuvent parfois se désorganiser et s'emmêler à cause des mouvements chaotiques du métal liquide dans le noyau terrestre.

Dans ces simulations, le champ magnétique s'inverse spontanément suite à une instabilité dans le noyau. Ce scénario est soutenu par les observations du champ magnétique solaire, qui subit des inversions spontanées tous les 9-12 ans environ. Cependant, on observe que l'intensité magnétique solaire augmente considérablement avant une inversion, tandis que sur Terre les inversions semblent se produire pendant les périodes de faible intensité du champ

Hypothèses

On pense généralement que la dynamo terrestre s'arrête, soit spontanément soit suite à un événement déclencheur, et qu'après une période de transition (de 1 000 à 10 000 ans) elle repart d'elle-même avec le pôle nord en haut ou en bas. Quand le nord réapparaît dans la direction opposée, c'est une inversion ; quand il reprend sa position initiale, c'est une excursion géomagnétique.

Une autre théorie est proposée par une équipe de scientifiques français. Lors de cette transition, selon les travaux de paléomagnétisme qu'ils ont menés, le pôle nord se déplace, traverse l'équateur (arrivant parfois jusqu'en Antarctique), puis se dirige vers l'est avant de retourner au nord géographique selon une grande boucle décrite dans le sens des aiguilles d'une montre ; parfois, l'excursion a lieu en sens inverse, mais selon le même chemin. Dans tous les cas, ce mouvement est accompagné d'un affaiblissement sensible de la valeur du champ.

Cette similarité des trajectoires conduit ces scientifiques à émettre l'hypothèse que le champ magnétique terrestre est constitué de deux champs distincts, celui de la graine (noyau interne), composée de métal solide, et celui du noyau externe. La graine constitue une sorte de « réservoir magnétique » accumulant ce champ externe.

Lorsque, pour une raison inconnue, le champ magnétique du noyau externe s'inverse, le champ magnétique de la graine peut suivre ou ne pas suivre ce mouvement, selon son ampleur : si les deux champs basculent, on obtient une inversion totale ; si le champ de la graine résiste, le champ du noyau externe revient à son orientation initiale, c'est une excursion⁹.

Puisque l'orientation des pôles reste la même après une excursion géomagnétique, il est difficile de les reconnaître dans les archives géologiques naturelles. On dispose donc de peu de données les concernant¹⁰.

Hypothèse de l'événement déclencheur

Certains scientifiques, comme Richard A. Muller, pensent que les inversions géomagnétiques sont déclenchées par des événements qui perturbent le flux du noyau de la Terre. Ces événements pourraient être d'origine externe, comme un impact cosmique^{11,12}, ou internes, comme l'arrivée de dalles continentales charriées dans le manteau par l'action de la tectonique des plaques dans les zones de subduction ou l'apparition de nouveaux panaches à la limite de la frontière noyau-manteau¹³. Les partisans de cette théorie soutiennent que l'un de ces événements pourrait conduire à une perturbation à grande échelle de la dynamo, transformant efficacement hors du champ géomagnétique. Comme le champ magnétique est stable, que ce soit dans l'orientation Nord-Sud actuelle ou dans une orientation inversée, ils suggèrent que lorsque le champ se remet d'une telle perturbation, il choisit spontanément un état ou l'autre, de telle façon que la moitié des récupérations s'accompagnent d'une inversion. Cependant, le mécanisme proposé ne semble pas fonctionner du point de vue quantitatif, et les preuves stratigraphiques d'une corrélation entre inversions et impact cosmique sont faibles. Plus frappant encore, il n'existe aucune preuve d'une inversion liée à l'impact cosmique qui a causé l'extinction du Crétacé-Tertiaire