

Évolution(s) Révolution(s) - 23 - 29 mars 2009



Le Magnétisme terrestre

Sterckx A. & S. Triantafyllou A. Culot G. Ghazoui Z.
ULB – DSTE – 3^e bachelier géologie

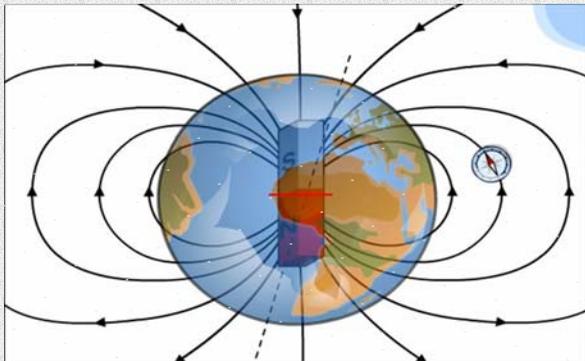
Le Magnétisme terrestre.

Les aurores polaires, la boussole, et même la vie, autant de phénomènes qui n'existeraient pas sans le champ magnétique terrestre.

En effet, nous « baignons » dans un champ magnétique provenant des mouvements du noyau métallique (Fer et Nickel) externe liquide qui se comporte comme une gigantesque dynamo.

Le champ magnétique peut être comparé à un aimant (il s'agit d'un dipôle) dont le point central est décalé d'une centaine de kilomètres du centre de la Terre. Ce champ, dont les pôles sont mobiles, n'est pas constant et subit fréquemment des inversions au cours des temps géologiques, qui ont pu être démontrées par le magnétisme dans les roches.

L'étude du magnétisme terrestre a permis de nombreuses avancées, notamment, dans la théorie de la tectonique des plaques.



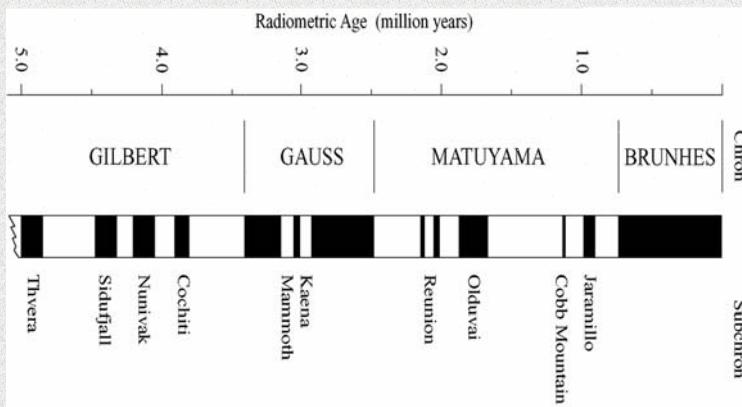
Les inversions géomagnétiques

Les données paléomagnétiques montrent que le champ magnétique terrestre s'est inversé plusieurs fois au cours de l'histoire de la Terre. Depuis -330 millions d'années, plus de 400 inversions ont été répertoriées, soit 1 tous les 700 000 ans environ.

La dernière inversion remonte à -780 000 ans. Lors de celle-ci, le champ géomagnétique est passé d'un état « inversé » à l'« état normal » actuel. Bien que rapides d'un point de vue géologique, les inversions progressent lentement à l'échelle de la vie humaine. En moyenne, 5000 ans sont nécessaires pour une inversion.

Le mécanisme responsable de cette inversion géomagnétique n'est pas encore bien compris. Deux théories existent : La première postule que les pôles migrent le long d'une trajectoire préférentielle d'un hémisphère à l'autre. La seconde soutient que le dipôle du champ magnétique disparaît progressivement puis croît à nouveau avec une polarité inverse.

Le champ géomagnétique est indispensable à la vie sur Terre car il dévie les particules cosmiques nocives de sa surface. Pendant les inversions, ce bouclier magnétique est moins intense, ce qui pourrait expliquer les extinctions massives dans l'histoire du Vivant.

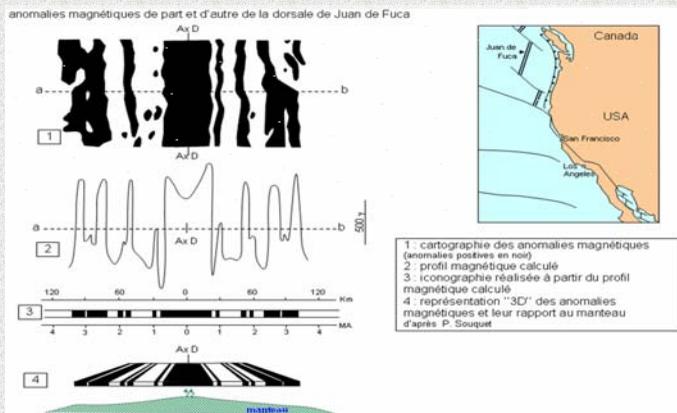


Comment les roches enregistrent le géomagnétisme ?

Aucun élément n'est insensible au magnétisme. Les atomes peuvent adopter 3 types de comportement lorsqu'ils sont soumis à un champ magnétique. Le plus important dans l'étude du géomagnétisme est le ferromagnétisme.

Les atomes ferromagnétiques ont au moins un électron non apparié et leurs dipôles interagissent entre eux à grande distance, ce qui implique que ces dipôles tendent à acquérir une orientation commune. Ces substances s'aimantent facilement. L'orientation des dipôles est stable à température ambiante mais disparaît à haute température : Pierre Curie a découvert que chaque substance ferromagnétique perd son magnétisme au-delà d'une certaine température (dite de Curie).

Certains minéraux ferromagnétiques tels que la magnétite (Fe₃O₄) ou l'hématite (Fe₂O₃), enregistrent ainsi l'orientation du champ géomagnétique de l'époque de formation de la roche.



Le magnétisme, véritable preuve des mouvements tectoniques

Les marges divergentes correspondent à l'axe des dorsales médio océaniques. Les plaques tectoniques s'y écartent en permanence. Ce processus s'inscrit dans le cadre global de la tectonique des plaques : sous un continent il y a une montée magmatique provenant du manteau. Le continent se bombe jusqu'à la rupture, le magma s'infiltre pour former des volcans en surface. Si la poussée se maintient, la fracturation se poursuit et les blocs continentaux commencent à s'écarter, un rift se déroule de part et d'autre de la dorsale.

C'est ainsi que l'on va former un océan qui va s'élargir et s'approfondir. La vitesse d'élargissement est de 2 à 20 cm/an.

$$\Rightarrow \text{vitesse} = \text{distance} / \text{temps}$$

Exemple: distance = 40 km de l'axe de la dorsale → temps = 4 millions d'années.

La preuve de ce processus découle de l'analyse du magnétisme inscrit dans les roches du plancher océanique : on a pu constater une alternance de bandes de polarité normale et inverse strictement symétriques par rapport à l'axe de la dorsale. Le plancher océanique est créé via le magmatisme des rides médio océaniques et se forme symétriquement de part et d'autre de l'axe. L'anomalie magnétique de Juan de Fuca illustre bien ce phénomène.

