



Il y a 50 millions d'années, le champ magnétique de la Terre était faible

Depuis plus d'un siècle, géologues et géophysiciens s'efforcent de reconstruire les variations temporelles du champ magnétique terrestre, afin de mieux comprendre les processus donnant naissance à ce champ au sein du noyau terrestre, ainsi que l'évolution de la structure interne de notre planète. Les roches ignées ont la faculté d'acquérir une aimantation rémanente dont la direction est parallèle et l'intensité proportionnelle à celles du champ existant au moment de leur refroidissement (le paléochamp). La variation la plus spectaculaire du champ est l'inversion de sa partie dipolaire, lorsque les pôles nord et sud magnétiques permutent à l'échelle de quelques milliers d'années. Près de 300 inversions du dipôle ont eu lieu au cours des 160 derniers millions d'années, mais la fréquence des inversions a beaucoup varié. Il a été par ailleurs établi que préalablement à chaque inversion du champ dipolaire, son intensité diminuait drastiquement. Il pourrait ainsi être tentant de considérer une relation inverse entre intensité moyenne du champ et fréquence des inversions. Une des grandes difficultés est de trouver les roches capables de fournir des paléointensités fiables au delà de quelques dizaines de millions d'années. Grâce à l'expédition océanographique 352 de l'Integrated Ocean Drilling Project (IODP), une scientifique de l'IMPIC, en collaboration avec des collègues de l'Université de Houston et de Géosciences Montpellier, a pu étudier des roches de l'avant-arc d'Izu-Bonin-Mariannes (près de 50 millions d'années) qui confirment la faible intensité du champ géomagnétique dipolaire à cette période.

L'expédition IODP 352 (Figure 1) visait à étudier les différents processus liés à l'accrétion crustale qui suit immédiatement l'initiation de la subduction, en forant les roches ignées de l'avant-arc d'Izu-Bonin-Mariannes (IBM). L'IBM résulte de la convergence sous-marine, depuis plus de 52 millions d'années, des plaques océaniques Pacifique (ouest) et Philippines (est), sur une zone d'environ 2800 km, au sud du Japon. L'expédition IODP 352 a ainsi permis de forer 1,22 km de roches ignées sur deux groupes de sites, le premier sondant une série de boninites (Sites U1439 et U1442) et le second des basaltes d'avant arc (Sites U1440 et U1441). À partir des premières mesures magnétiques réalisées sur des roches récupérées durant cette expédition, 93 échantillons avec des âges proches de 50 millions d'années ont pu être sélectionnés pour effectuer des mesures de paléointensité, en provenance des forages U1439C, U1440B et U1442A.

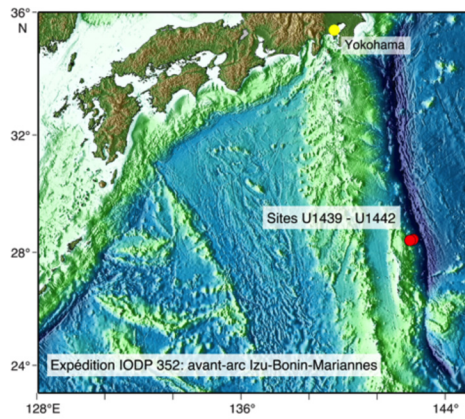


Figure 1

Expédition océanographique 352 de l'Integrated Ocean Drilling Project (IODP) au sud du Japon qui a permis de forer 1,22 km de roches ignées sur deux groupes de sites. Sur la carte, le premier groupe sondant une série de boninites (Sites U1439 et U1442).

Les déterminations de paléointensité ont été effectuées dans le laboratoire de paléomagnétisme de Géosciences Montpellier (UM, Montpellier, France) et celles des propriétés magnétiques au sein de la plateforme d'analyse de minéralogie magnétique IPGP-IMPIC (IPGP, Paris, France). Sur la base de la minéralogie magnétique des échantillons, la taille des grains magnétiques présents, ainsi que leur stabilité en chauffe jusqu'à 700 °C, deux protocoles différents ont été exploités: la méthode de Thellier-Thellier classique et la méthode multi-spécimens. La première méthode permet de reproduire en laboratoire le plus fidèlement possible le type d'aimantation rémanente des roches ignées. Cependant, elle comporte de nombreux paliers de chauffe, requérant ainsi une grande stabilité des échantillons. En conséquence, les échantillons les moins stables ont été mesurés avec la méthode multi-spécimens (MSP), qui comporte beaucoup moins de paliers de chauffe. Certains échantillons ont par ailleurs été mesurés avec les deux méthodes, pour validation. Tous les résultats de paléointensité ont ensuite été convertis en moments du dipôle magnétique virtuel (VDM), afin de s'affranchir des effets de la latitude des sites et de comparer les données avec celles provenant d'autres localisations (Figure 1).

Grâce à l'approche expérimentale suivie, 25 des 60 échantillons d'andésite et de boninite mesurés avec la méthode Thellier-Thellier ont donné des paléointensités de haute qualité (forages U1439C et U1442A). Les VDM associés se situent entre la moitié et le tiers du VDM actuel. Il faut noter que ce taux de succès de plus de 40 % est exceptionnellement élevé pour une telle étude, car il est en général inférieur à 20 %. En revanche, la méthode multi-spécimens appliquée à 20 échantillons du forage U1439C et 51 échantillons de basaltes d'avant-arc du forage U1440B, a donné des résultats de moindre qualité. Ceci était attendu, compte-tenu de la mauvaise stabilité en chauffe des échantillons ayant conduit à sélectionner cette méthode. Néanmoins, la valeur de paléointensité obtenue pour le forage U1439C reste cohérente avec les résultats de Thellier-Thellier. Les valeurs pour le forage U1440B, où les roches sont deux à quatre millions d'années plus anciennes, conduisent à des valeurs de VDM légèrement supérieures à celles extraites des forages U1439C et U1442A.

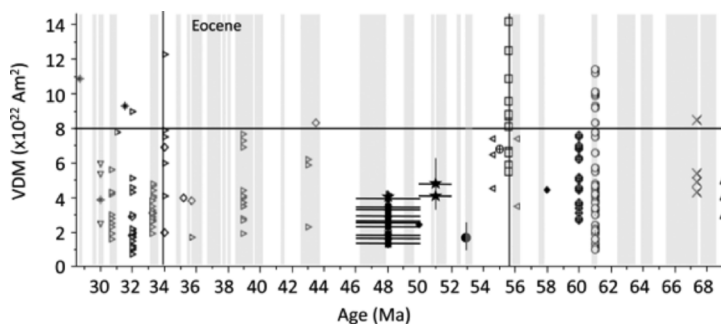


Figure 2

Récapitulatif des données de VDM sur les 30 à 70 derniers millions d'années (Ma). Les données disponibles dans la base de données PINT (Biggin et al., 2010) sont représentées avec celles de la présente étude (voir le détail dans Carvallo et al., 2017). Le VDM actuel est représenté par une ligne située à $8 \times 10^{27} \text{ Am}^2$. Les données de la présente étude sont tracées avec les symboles noirs et leurs barres d'erreur (carrés: résultats Thellier-Thellier, étoiles: résultats MSP).

Globalement, ces résultats fournissent des données fiables pour la période Éocène, durant laquelle les données disponibles sont rares. La comparaison avec les quelques études disponibles sur la même période de temps renforce l'hypothèse selon laquelle l'intensité du champ était faible. En tout état de cause, ces nouvelles données contredisent l'idée d'une relation inverse entre l'intensité du champ et la fréquence à laquelle il s'inverse, puisque la fréquence des inversions était faible à l'Éocène.

Références

Carvallo, C., Camps, P., Sager, W. W., Poidras, T., 2017. Palaeointensity determinations and magnetic properties on Eocene rocks from Izu-Bonin-Mariana forearc (IODP Exp. 352), *Geophys. J. Int.* , 210, 1993–2009

Biggin, A.J., McCormack, A. & Roberts, A., 2010. Palaeointensity database updated and upgraded, *EOS, Trans. Am. geophys. Un.*, 91, 15.

Contacts

Claire Carvallo : Claire.Carvallo@impmc.upmc.fr