

Sujet : Modélisation des inversions magnétiques d'une dynamo anisotrope

Contact : Franck Plunian (franck.plunian@univ-grenoble-alpes.fr)

Laboratoire : ISTerre, Grenoble

L'effet **dynamo** désigne la génération d'un champ magnétique par le mouvement d'un matériau électriquement conducteur. Ce processus est à l'origine du champ magnétique terrestre et des **inversions de sa polarité magnétique**, dont la plus récente s'est produite il y a 780 000 ans (Fig. 1). Bien que nous soyons désormais capables de mener des expériences avec du métal liquide et de réaliser des simulations numériques de dynamo (Fig.2), les mécanismes à l'origine des inversions restent encore mystérieux, à bien des égards.

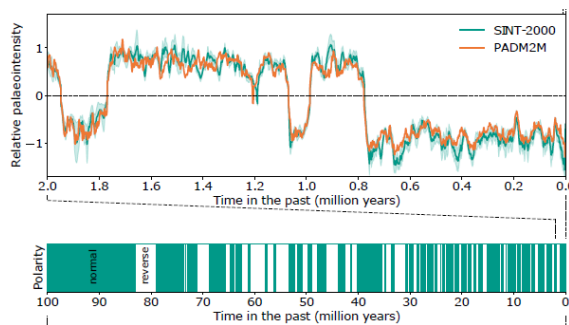


Fig.1- Inversions de polarité magnétique en fonction du temps (million d'années)¹

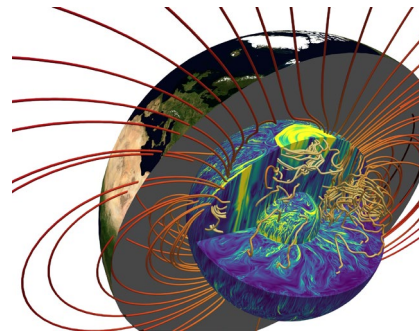


Fig.2- Isovaleurs de vitesse (bleu / jaune) et lignes de champ magnétique¹.

Dans le cadre du projet EDAEN, une nouvelle expérience de dynamo, baptisée « FuryFluid », est en cours de réalisation afin d'étudier le mécanisme d'inversion. Pour faciliter le déclenchement de la dynamo, les parois contenant le métal liquide en mouvement sont constituées de matériaux qui lui confèrent une **conductivité électrique équivalente anisotrope** (Fig.3).

L'objectif de ce stage est de **modéliser les inversions** de polarité magnétique d'une dynamo anisotrope, à l'aide du logiciel COMSOL Multiphysique. Le(a) candidat(e) devra être intéressé(e) par les simulations numériques et posséder une solide maîtrise des équations de Maxwell, de Navier-Stokes et de la loi d'Ohm.



Fig.3-Expérience de dynamo anisotrope

Références:

- Plunian F., Gomez P., Alboussière, T., Remote effect of anisotropy in electrical conductivity or magnetic permeability on dynamo action, *J. Plasma Phys.*, in press (2026).
- Plunian F., Gomez P., Alboussière T., Three-body anisotropic dynamo: the rotor, the gap and the stator, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Physique, **26**, 295-315 (2025).

¹ Landeau et al. (2022).

Topic: Modelling magnetic reversals in an anisotropic dynamo

Contact : Franck Plunian (franck.plunian@univ-grenoble-alpes.fr)

Laboratoire : ISTerre, Grenoble

The **dynamo effect** refers to the generation of a magnetic field by the movement of an electrically conductive material. This process is responsible for the Earth's magnetic field and for **reversals in its magnetic polarity**, the most recent of which occurred 780,000 years ago (Fig. 1). Although we are now able to conduct experiments with liquid metal and carry out numerical dynamo simulations (Fig. 2), the mechanisms behind these reversals remain, in many respects, a mystery.

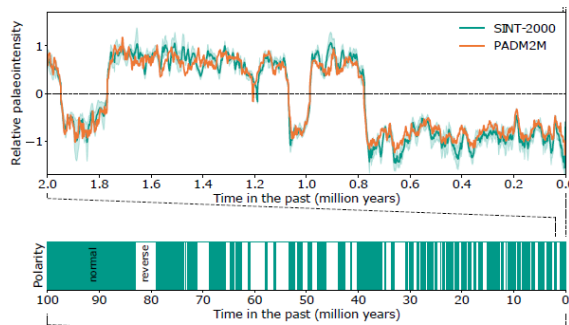


Fig.1- Magnetic polarity reversals over time (millions of years)²

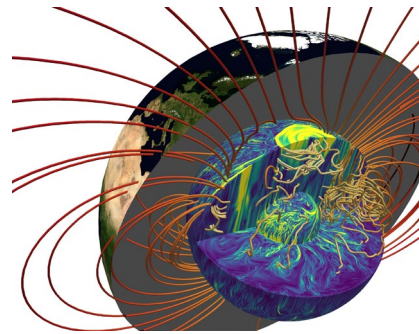


Fig.2- Velocity isovalues (blue / yellow) and magnetic field lines¹.

As part of the EDAEN project, a new dynamo experiment, FuryFluid, is being built to study the reversal mechanism. To facilitate the onset of the dynamo, the walls containing the moving liquid metal are made of materials that give it equivalent **anisotropic electrical conductivity** (Fig.3).

With this in mind, the aim of the internship is to model the **magnetic polarity reversals** of an anisotropic dynamo using COMSOL Multiphysics software. The candidate must have an interest in numerical simulations and a solid grasp of Maxwell's equations, the Navier–Stokes equations and Ohm's law.



Fig.3-Expérience de dynamo anisotrope

References:

- Plunian F., Gomez P., Alboussière, T., Remote effect of anisotropy in electrical conductivity or magnetic permeability on dynamo action, *J. Plasma Phys.*, in press (2026).
- Plunian F., Gomez P., Alboussière T., Three-body anisotropic dynamo: the rotor, the gap and the stator, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Physique*, **26**, 295-315 (2025).

² Landeau et al. (2022).