



# ÉCOLE DOCTORALE

## SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT ET PHYSIQUE DE L'UNIVERS, PARIS

[ed560.stepup@u-paris.fr](mailto:ed560.stepup@u-paris.fr)

---

**Titre du sujet : Inversions de polarité géomagnétique et histoire thermique de la Terre**

Directeur (trice) : **AUBERT JULIEN (DR CNRS), [aubert@ipgp.fr](mailto:aubert@ipgp.fr)**

Equipe d'accueil : **IPGP- Equipe de Dynamique des Fluides Géologiques – UMR7154**

Financement : **Contrat doctoral avec ou sans mission d'enseignement**

---

### **Développement du sujet :**

Le champ magnétique de la Terre a connu de nombreux renversements de polarité au cours de son histoire. Pour les 500 derniers millions d'années, une stupéfiante variabilité est par ailleurs observée dans ce comportement, avec des périodes sans inversions et des périodes où le champ se renverse au contraire très fréquemment. Notre compréhension de cette histoire est encore très parcellaire. En particulier, nous ne savons pas encore comment la relier aux paramètres physiques contrôlant la géodynamo, qui crée ce champ magnétique à l'intérieur du noyau externe. Relier l'histoire magnétique de la Terre sur cette période et celle de son refroidissement thermique reste donc un objectif majeur de la géodynamique.

La modélisation numérique de la géodynamo est un outil de choix pour atteindre cet objectif. Les progrès récents de cette modélisation ont permis d'obtenir une description assez complète du comportement de la géodynamo pendant les périodes de polarité stable, et un très bon accord avec l'observation sur une gamme raisonnable de paramètres physiques. Mais un bon modèle pour les inversions de polarité magnétique doit aller plus loin : sur une gamme de paramètres tout aussi raisonnable, il doit de plus reproduire les caractéristiques quantitatives des champs paléomagnétiques, avec un mécanisme d'inversion lui aussi plausible dans les conditions physiques de la Terre.

Les modèles classiques comptent sur une augmentation du forçage de la convection dans le noyau pour déclencher ces inversions. Le succès de cette méthode est un des progrès historiques de la modélisation. Dans le détail, cependant, la gamme de paramètres physiques dans lesquels le signal obtenu ressemble au signal paléomagnétique est très étroite. Au regard des progrès de la mesure paléomagnétique, la ressemblance n'est de plus pas complète. Finalement, le mécanisme de l'augmentation du forçage repose sur un changement dans l'équilibre des forces de la dynamique du noyau qui est peu plausible en conditions réelles.

Le but de cette thèse est de dépasser cette description en tirant parti de nouveaux mécanismes dits 'cinématiques' pour les inversions de polarité, qui ont récemment émergé dans la communauté. Ces mécanismes ne reposent pas sur un équilibre de forces particulier, mais simplement sur une modification de la géométrie des mouvements de fluide du noyau qui entretiennent le champ magnétique. Ces mécanismes affectent les propriétés statistiques du dipôle magnétique (moyenne, fluctuations), d'une manière qui sera déterminée au travers d'études paramétriques systématiques et de lois d'échelle. L'étude systématique tentera de faire émerger des modèles capables d'expliquer tous les détails de l'observation. Leurs paramètres physiques de contrôle serviront de

base au raffinement de l'histoire thermique de la Terre depuis la période putative de nucléation de la graine, il y a environ 500 à 700 millions d'années.

Le/la candidat.e aura préférentiellement une formation de base en dynamique des fluides et en modélisation numérique. La connaissance du cadre géoscientifique est aussi appréciée.