

## *A propos de la boussole*



**D'abord, chers (ères) collègues, une « boussole », c'est quoi ? hum ? Une boussole, c'est une boîte qui renferme une aiguille aimantée, qui pivote librement sur un axe et qui indique le nord magnétique.**

- Et alors, Renzo, quel est le problème ? Hum ?
- Eh bien mon cher Ego, tiens toi bien, il semblerait que notre planète Terre est en train de perdre son nord !
- 

Si demain nos boussoles ne donnaient plus la bonne direction, si leurs fines aiguilles se mettaient à pointer vers le sud plutôt que le nord ou, pire, qu'elles n'indiquent plus aucun sens ! Hum ?



L'assertion a de quoi faire sourire tant les explorateurs, les navigateurs, sont habitués à se fier au frêle cadran pour trouver leur chemin. Pourtant, scientifiquement, cela n'a rien d'impossible. Il faut savoir que la pointe aimantée des boussoles s'oriente en suivant les lignes du champ magnétique terrestre. Seulement voilà ! Depuis l'époque des Romains – il y a trois mille ans – son intensité a diminué de près de 30% ! Selon les premières observations des satellites « Swarm », publiées par l'Agence spatiale européenne, en juin 2014, la baisse de cette intensité s'élèverait à 5 % par siècle.

Résultat : certains se demandent si la « magnétosphère » ne va pas bientôt s'annuler ou s'inverser. « Si la chute d'intensité se poursuit au

rythme actuel et qu'il n'y a pas de rebond, le *champ magnétique* pourrait s'effondrer d'ici cinq cents à mille ans», mentionne M. Nicolas Thouveny, directeur du Centre européen de recherche et d'enseignement des géo-sciences de l'environnement (CEREGE) et professeur à l'Université d'Aix-Marseille.

### **Mutations génétiques**

Aussi étonnant que cela puisse paraître, chers (ères) collègues, ce phénomène – baptisé inversion de polarité – s'est déjà produit à maintes reprises au cours de l'histoire de notre planète Terre. «Le champ s'annule, puis il regagne en intensité dans le sens inverse, résume M. Nicolas Thouveny. Le pôle Nord magnétique se retrouve alors au pôle Sud géographique et vice et versa.»

La dernière *inversion* est survenue il y a 780 000 ans. «Mais parfois, le retournement peut avorter, indique Jean-Pierre Valet, de l'Institut du globe de Paris. On parle alors d'excursion. L'intensité du champ s'effondre, puis remonte dans sa direction initiale.»

*Excursion* ou *inversion*, l'événement ne serait pas sans conséquence pour l'humanité : «La *magnétosphère* protège la Terre contre les *particules cosmiques*, notamment celles émises par le Soleil, explique Nicolas Thouveny. Sa disparition perturberait les systèmes d'informations (satellites et terrestres), qui supportent mal ces bombardements cosmiques. Au niveau *biologique*, on peut imaginer qu'il y aurait une augmentation du nombre de mutations génétiques.»

**Le géophysicien Jean-Pierre Valet émet l'hypothèse que la dernière excursion, survenue il y a 41 000 ans, serait responsable de la disparition de l'homme de Neandertal !**

### **Dynamo artificielle**

Afin de comprendre les variations de la *magnétosphère*, les scientifiques tentent de savoir comment la Terre produit cette barrière protectrice.

«Dès 1919, le physicien Joseph Larmor émet l'hypothèse que des écoulements de *liquides conducteurs* pouvaient générer un *champ magnétique*, indique François Pétrélis, physicien à l'Ecole normale supérieure de Paris. Comme la Terre possède un noyau liquide, l'idée que la source de son magnétisme vient de là s'est peu à peu imposée.»

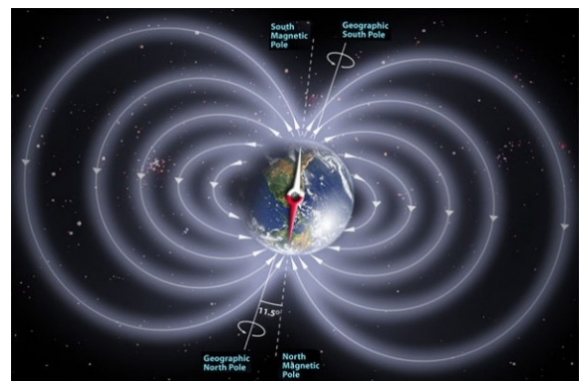
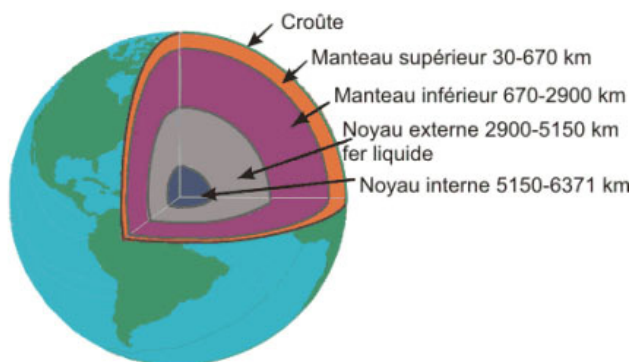
Mais il a fallu plus d'un siècle pour démontrer, expérimentalement, la validité de ce modèle. «Durant tout le XX<sup>e</sup> siècle, nous ne disposions pas du matériel adéquat pour éprouver le *modèle de Larmor*, poursuit François Pétrélis. Ce n'est qu'en 2001 que des équipes basées à Riga (Lettonie) et à Karlsruhe (Allemagne) sont parvenues à relever le défi.

Mais leur expérience était basée sur l'écoulement d'un liquide dans un tuyau. Ce qui est peu représentatif de ce qui se passe à l'intérieur de la Terre.»

Finalement en 2006, des chercheurs du CEA-Saclay et des Ecoles normales supérieures de Lyon et Paris parviennent à recréer cet effet en laboratoire. «Il s'agit d'un cylindre à l'intérieur duquel un fluide conducteur de sodium liquide est emprisonné. Aux extrémités, deux rotors produisent des turbulences, à l'image de l'hélice d'un bateau dans l'eau, détaille François Pétrélis.

Cette expérience a montré que, dans ces conditions, un champ magnétique apparaît spontanément, c'est l'effet dynamo. Par ailleurs, il a été constaté que si les hélices ne tournent pas à la même vitesse, elles créent des perturbations dans le liquide et le champ s'inverse. A la surprise générale, ces renversements ressemblent étonnamment à ce qui est connu pour le champ magnétique terrestre.» Des perturbations de l'écoulement dans le noyau de la Terre seraient donc à l'origine des *inversions de polarité*.

Mais, au fait, chers (ères) collègues, ça va ? êtes-vous intéressés ? Hum ? oui ! bien ! alors je poursuis car le problème c'est de savoir prévoir, quand se produira la prochaine inversion de polarité.



### Origine du champ magnétique

Composé d'un alliage fer-nickel à l'état liquide (4000 °C), le noyau de la Terre est en perpétuel mouvement.

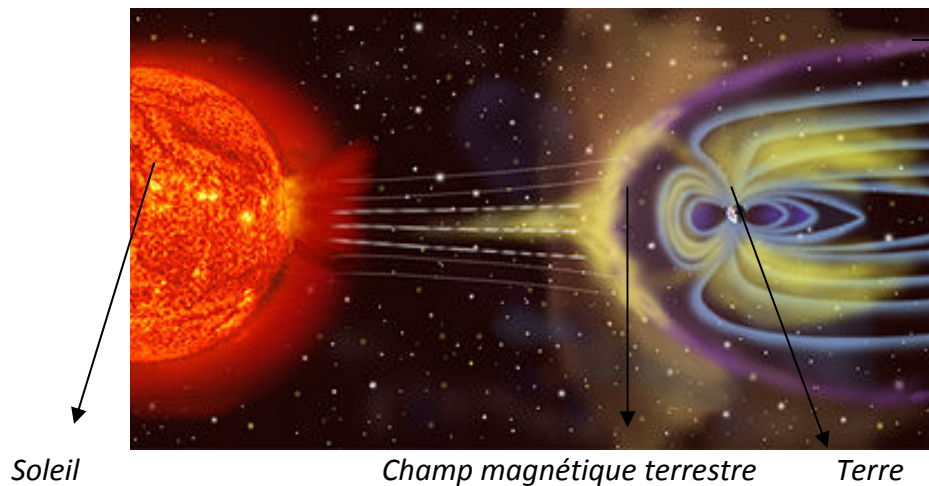
Ces fluctuations sont à l'origine du champ magnétique terrestre, par effet dynamo.

### Magnétosphère

Champ magnétique protégeant la Terre des particules et des vents solaires. dirigés actuellement du sud vers le nord, Le champ magnétique oriente nos boussoles globalement vers le nord géographique de la Terre.

Pour le savoir, les spécialistes étudient l'histoire de ces phénomènes. Comment ? Grâce à l'analyse des *sédiments* et de la *lave*. «L'érosion des roches des continents détache de la *magnétite*, une espèce

minérale principalement composée de fer. Ce composé se comporte comme une mini-boussole. Il s'aligne sur le champ magnétique dominant. Lorsqu'il tombe au fond de la mer et qu'il est recouvert par d'autres dépôts, l'aiguille se bloque. En analysant des carottes de sédiments, il est donc possible de déterminer l'orientation du champ magnétique terrestre à un moment donné, explique Jean-Pierre Valet. Avec la lave, c'est un peu le même phénomène. En refroidissant, les roches volcaniques fixent... un *moment magnétique*.»



Autre effet de la magnétosphère : elle protège la Terre des particules cosmiques.

Sous l'effet du bombardement solaire, le champ magnétique se déforme.

Son inversion aurait des conséquences importantes pour les humains

### **Encore beaucoup d'inconnues**

« Ces observations ont permis de retracer l'histoire des renversements sur plus de 200 millions d'années », poursuit Nicolas Thouveny. Première constatation : « La fréquence varie énormément de quelques inversions par millions d'années. Elles semblent se produire de manière aléatoire, sans aucune forme de régularité. »

Les excursions seraient plus fréquentes : une dizaine sur le dernier million d'années. Pour chaque événement, les chercheurs ont observé un comportement commun : l'intensité du champ baisse pendant 60 000 à 80 000 ans, puis s'annule avant d'augmenter rapidement.

**« Le taux d'effondrement actuel se révèle très proche de ceux qui ont précédé les dernières inversions et excursions »** mentionne Nicolas Thouveny. Est-ce à dire que la prochaine inversion est pour demain ? **« Personne ne le sait, répond Jean-Pierre Valet. A l'image de la météo, nous ne pouvons pas faire de prévision à long terme. Peut-être qu'il y aura un rebond... C'est du 50 / 50 ! »**

Amicalement vôtre.

CARDINI Renzo