

# Qu'est-ce que le champ géomagnétique ?!



Par Hayanon

Supervisé par Y. Kamide.

Traduit de l'anglais par F. Mottez





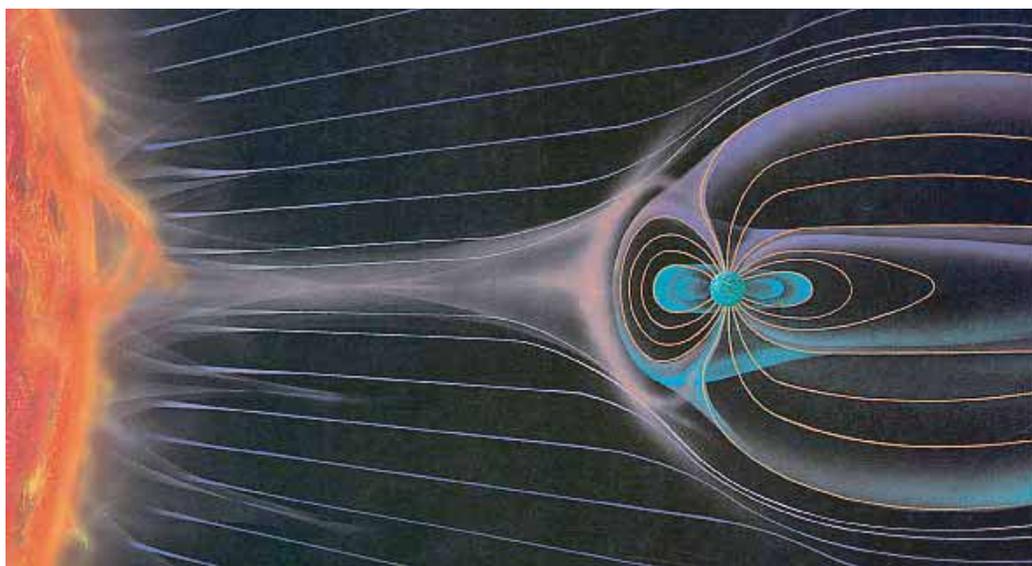
## Un Message de C. F. Gauss (1777-1855)

Je suis né en Allemagne. Mon père était jardinier. Enfant, je trouvais souvent des erreurs dans les feuilles de salaire qu'il faisait à ses employés ; cela m'amusa plus que d'aller sur le terrain de jeux. Un jour, mon professeur à l'école élémentaire m'avait demandé la somme des cent premiers nombres entiers. J'avais trouvé la réponse en quelques secondes. En fait, c'est très simple : on peut constituer 100 paires :  $1+100$ ,  $2+99$ ,... et leur somme est toujours 101. En additionnant tout, cela fait 10100. Mais on a compté les nombres deux fois, alors on divise par 2, cela fait 5050.

$$\begin{array}{r}
 1 + \quad 2 + \quad 3 + \quad \dots + \quad 98 + \quad 99 + \quad 100 \\
 100 + \quad 99 + \quad 98 + \quad \dots + \quad 3 + \quad 2 + \quad 1 \\
 \hline
 101 + 101 + 101 + \dots + 101 + 101 + 101 \\
 \\
 = 101 \times 100 = 10100 \\
 10100 \div 2 = 5050
 \end{array}$$

Vous avez peut-être remarqué, des théorèmes de maths et de physique, des unités aussi, portent mon nom. A 30 ans, je devins professeur à l'université de Göttingen, où j'étudiais l'arithmétique, la méthode des moindres carrés, et la théorie du potentiel. C'est agréable de vous rencontrer dans ce cahier, amis lecteurs, pour vous parler de mon étude du champ magnétique de la Terre. Je me suis fondé sur ma théorie des harmoniques sphériques. Les mesures provenaient d'une centaine d'observatoires du magnétisme que la Société Royale d'Astronomie avait installé un peu partout à la surface du globe.

Ah, au fait... j'ai entendu dire que le champ géomagnétique a décru depuis que je l'ai étudié. Voilà qui est préoccupant.



La Terre, une sphère bleue sur l'image, est située dans l'atmosphère solaire. La Terre est un énorme aimant, dont la force invisible nous protège de certaines radiations dangereuses du Soleil. Grâce à ce champ magnétique et à l'air, nous pouvons vivre en sécurité sur la Terre.

Aujourd'hui, nous sommes au planetarium pour voir des aurores magnifiques.

Salut, je suis Mol, et voici mon robot-chien Mirubo. Mon sujet préféré à l'école est la

Science!

Ces aurores étaient si belles. ♥

Oui, on aurait dit des vraies. 🎵

Ah, si seulement je pouvais voir de vraies aurores au Japon.

Hein?

J'ai entendu dire qu'il y en aurait jusqu'au Japon un jour... dans le futur.

Quoi ?!

Ca n'est pas possible!!

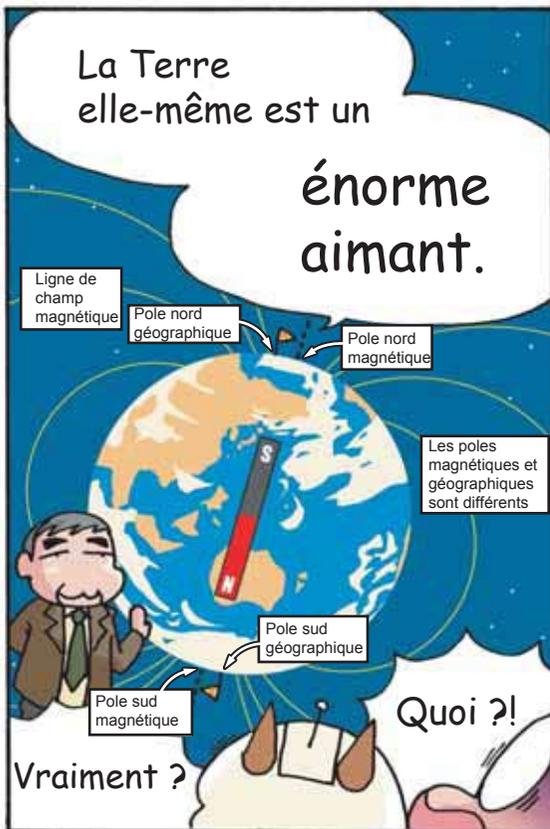
Si ! J'en suis sûr.

Hé. Du calme les enfants.

Ping !

Aïe !







De la galaxie viennent des particules de haute énergie ; et du Soleil nous vient le vent solaire. Ils arrivent sur Terre...

... avec une vitesse terrible.



Le champ magnétique de la Terre, appelé le champ géomagnétique

protège la Terre des rayons cosmiques et du vent solaire.

Il dresse une sorte de barrière !!



Sans cette barrière, le vent solaire emporterait l'atmosphère



Et les rayons cosmiques détruiraient nos nefs optiques

et nos cellules, ce qui provoquerait



des mutations ou même l'extinction

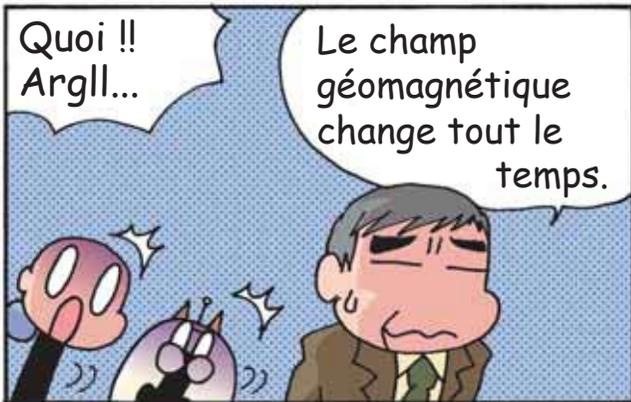
de la vie sur Terre.



Le champ géomagnétique est super !!

Wahou !!

Mais cette barrière très utile n'existe pas toujours.



Quoi !! Argll...

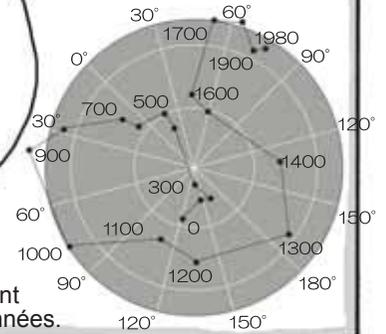
Le champ géomagnétique change tout le temps.

Le pôle géomagnétique est à présent à  $11.5^\circ$  du pôle nord, au nord-ouest du Groenland.



Le pôle nord s'est déplacé tout au long de l'histoire de la Terre.

Mouvement du pôle géomagnétique durant les 2000 dernières années.



Non seulement le pôle magnétique se déplace, mais l'intensité du champ géomagnétique change aussi



L'intensité du champ géomagnétique a décliné de 10% durant les 200 dernières années, c'est à dire depuis les mesures de Gauss, au début du 19ème siècle.



A cause de cela, des aurores apparaîtront bien plus au sud. On s'attend à ce que l'ovale auroral atteigne le Japon dans 1000 ans.



Si l'intensité du champ géomagnétique continue de baisser à ce rythme, celui-ci sera nul dans 1200 ans.

**Bang!**





Après les éruptions des volcans, la lave a durci, et a formé des roches volcaniques. Ces roches ont été aimantées, gardant une trace du champ magnétique à l'époque de l'éruption.

Etonnant !

C'est comme une disquette !

Des chercheurs ont vu que des roches collectées sur différents volcans ont des champs magnétiques de sens opposé.

Je vois, les roches volcaniques restent comme elles étaient.

Le sous-sol de la ville de Chiba (Japon) a ainsi gardé de très bonnes traces du magnétisme.

Il montre que le champ magnétique a disparu puis s'est inversé il y a 700 000 ans.

Super !!

Des fossiles de foraminifères y montrent que...

40% de ceux vivant en eaux peu profondes...

moururent à cause de l'intense rayonnement ultraviolet arrivé sur Terre lors du retournement magnétique.

40%?! D'ailleurs, le gaz carbonique produit par les restes des foraminifères a contribué au réchauffement climatique.

Les changements géomagnétiques ont un impact sur l'environnement de la Terre.

Brrr ... Ca fait peur.

Quand le géomagnétisme faiblira, il sera très irrégulier ; il ne couvrira plus la Terre qu'en partie.



Alors, on verra des aurores depuis de nombreux endroits dans le monde.

C'est bizarre



Une hypothèse sur l'extinction des dinosaures à la fin de la période du Crétacée est fondée sur les variations du géomagnétisme.

Ouf ! C'est incroyable!



Et bien maintenant, je ne veux plus voir d'aurore au Japon.

Les changements de géomagnétisme posent de sérieux problèmes.



Ce ne sont pas que des problèmes du passé. Nous en avons maintenant. Sans champ

géomagnétique, l'ozone serait détruite en partie par les rayons cosmiques, et des trous d'ozone grandiraient très rapidement.



Son impact sur l'ozone serait incomparablement plus fort que celui des chlorofluorocarbones

Le géomagnétisme protège aussi la couche d'ozone.



Le champ géomagnétique est un bouclier invisible et puissant.

Oui, c'est notre gardien.









# Qu'est-ce que le géomagnétisme ?!



Bonjour Mol, Bonjour Mirubo.  
Parlons de la puissance du  
cahm magnétique terrestre.

pourrai plus utiliser ma  
boussole.



J'ai compris que la Terre est  
elle même un aimant gigantesque.



Rassures-toi. Cela n'arrivera  
pas tout de suite, environ  
dans 1000 ans.



Chouette, je veux un aimant  
grand comme ça ! Combien ça  
coûte ?



Ah, celà nous laisse quand  
même pas mal de temps.



Sérieusement, bien que la  
Terre ait un champ magnétique,  
il n'y a aucun aimant enterré  
à l'intérieur de notre planète.



Mais dans l'Histoire de la  
Terre, mille ans, c'est plutôt  
court. De toute manière, le  
champ géomagnétique ne cesse  
de changer. Dans les aurores,  
il y a des courants électriques.  
Les "orages magnétiques", des  
phénomènes encore plus forts,  
ont des courants intenses  
modifiant le champ magnétique  
tout autour du monde.



Comment le sait-on ? Quelqu'un  
a-t-il creuse assez profondément  
pour s'en assurer ? D'où vient le  
champ magnétique terrestre alors ?



Plus il fait chaud, moins le champ  
magnétique d'un aimant est  
intense. Or, très profond sous  
Terre, la température vaut  
quelques milliers de degrés,  
c'est bien trop chaud pour qu'un  
aimant y résiste.



Sont-ils si intenses ?  
Peuvent-ils me faire du mal ?



C'est intéressant ! Je vais faire  
une expérience avec mes aimants



Ils font au maximum 1 à 10  
millions d'Ampères.



Bonne idée ! Un bon schéma  
vaut mieux que des mots.  
Voici un indice. L'intérieur de la  
Terre est constitué de métaux  
fondus, capables de transporter  
du courant électrique.



Vraiment ? Ma maison n'est  
équipée que pour 30 Ampères !



Bravo. La Terre contient un  
électro-aimant. Il produit un  
champ magnétique semblable à  
lcelui d'un barreau aimanté.  
Quand l'intensité et la direction  
du courant électrique changent,  
les poles magnétiques peuvent  
s'inverser.



Sais-tu quels animaux peuvent  
ressentir le champ magnétique  
de la Terre ?



C'est un électro-aimant !!



Non. Vous, peut-être.



Bravo. La Terre contient un  
électro-aimant. Il produit un  
champ magnétique semblable à  
lcelui d'un barreau aimanté.  
Quand l'intensité et la direction  
du courant électrique changent,  
les poles magnétiques peuvent  
s'inverser.



Pas du tout, je n'ai pas de tels  
pouvoirs. Ce sont les pigeons,  
les dauphins, des oiseaux  
migrateurs. Plusieurs  
expériences sont menées sur  
leur capacité à le ressentir.



Ouh là là. Après un reversement  
des poles magnétiques, je ne



Mirubo, je pense que nous  
devrions implanter un capteur  
magnétique dans ton cerveau,  
toi qui a si peu le sens de  
l'orientation.



Oh non ! pas de blague, Mol!!



# SVP Géomagnétisme



## Aurore

Lumière vue dans les régions polaires due au vent solaire. Ce vent, constitué de particules chargées est un **plasma**. Il entre dans la magnétosphère terrestre, voyage du côté opposé au Soleil (côté nuit) ; il est accéléré le long du champ magnétique puis entre en collision avec l'atmosphère au dessus des régions polaires. Les collisions causent les lumières. Les aurores brillent à 100-500 km d'altitude.

## Carl Friedrich Gauss (1777-1855)

Gauss était un mathématicien et physicien allemand. En 1839, il prouva que le champ magnétique terrestre provient de l'intérieur de la Terre, et non de l'extérieur. Le Gauss est aussi une unité servant à mesurer l'intensité du champ magnétique.

## Boussole

Un appareil servant à s'orienter avec une aiguille aimantée. Lorsque l'on rapproche deux aimants, le pôle N de l'une attire le pôle S de l'autre. Les pôles N se repoussent mutuellement (idem pour les S). Le pôle N de l'aiguille de la boussole se tourne vers le pôle S de la Terre qui est situé au nord, nous informant ainsi de la direction du nord.

## Rayons cosmiques

Des particules traversant l'espace à très grande vitesse. Certains viennent de la galaxie, d'autres viennent du Soleil, et sont émis notamment lors des éruptions. La plupart des rayons cosmiques sont absorbés ou transformés par l'atmosphère de la Terre, à des altitudes typiquement de 100 à 500 kilomètres.

## Période du crétacé

La période il y a entre 140 et 65 millions d'années, à la fin de l'ère Mésozoïque. Alors, le climat était doux, la végétation était exubérante et les dinosaures prospéraient. A la fin du crétacé, les dinosaures et les ammonites ont disparu. Plusieurs causes sont envisagées pour expliquer cette extinction : la chute d'une météorite, un changement climatique, ou un renversement du champ magnétique terrestre. Le Mésozoïque a été suivie du Cénozoïque, l'ère des mammifères.

## Foraminifères

Les foraminifères sont de minuscules

organismes unicellulaires vivant surtout dans la mer. Ils ont des coquilles calcaires formées à partir du gaz carbonique de l'air.

## Champ géomagnétique

La Terre a les propriétés magnétiques d'un gros barreau aimanté. Il a un pôle N près du pôle sud et un pôle S près du pôle nord. Il en résulte un champ magnétique tout autour de la Terre.

## Carbone organique

La matière vivante contient beaucoup de carbone. Quand les plantes ou les animaux meurent, le carbone reste ; il peut encore dégager du dioxyde de carbone.

## Trou d'ozone

La couche d'ozone est située tout autour de la Terre à 30 km d'altitude. En 1980, on s'est rendu compte qu'il y en avait de moins en moins au dessus de l'Antarctique, comme si un trou se creusait autour du pôle sud. Ce trou varie en fonction des saisons, il est plus important en septembre.

## Plasma

Toute substance est formée d'atomes. Quand les atomes sont privés de quelques électrons (charge négative), ils deviennent des ions (positifs). Un gaz composé d'ions et d'électrons est un plasma. Plus de 99% de la matière connue dans l'univers est formée de plasmas. Un plasma n'est ni un solide, ni un liquide, ni un gaz ; c'est un autre état de la matière.

## Vent solaire

Un flot de particules chargées, c'est-à-dire un plasma est éjecté continuellement du Soleil. A proximité de la Terre, le vent solaire souffle sur son champ magnétique lui donnant une forme allongée. Il souffle de même sur les comètes.

## Rayons ultraviolets

Le Soleil émet de la lumière à toutes les longueurs d'onde. Les ultraviolets ont une longueur de 400 milliardièmes de mètre. Ils sont dangereux pour la santé, pouvant causer des cancers ou des malformations génétiques. Ils sont en grande partie absorbés par la couche d'ozone, à 30 km d'altitude.



## Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL), Nagoya University

STEL est un laboratoire patronné par plusieurs universités du Japon, afin de promouvoir la recherche sur les structures et la dynamique des relations Soleil-Terre, en collaboration nationale et inter-nationale. Il comprend trois groupes sur les environnements Atmosphérique, Ionosphérique et magnétosphérique, Héliosphérique, et un groupe Inter-disciplinaire. Le "Center for Joint Operation and Data Processing" y est affilié, pour la conduite de projets communs et de bases de données. Le laboratoire comprend sept stations et observatoires d'intérêt national.

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/>



## National Geophysical Data Center (NGDC) Space Environment Center (SEC)

Le NGDC et la SEC/NOAA, situés à Boulder, Colorado, USA, dépendent du département Américain du Commerce. Le NGDC gère l'organisation scientifique, les produits et services de données sur le globe terrestre, les océans, les relations Terre - Soleil, et les observations spatiales. La SEC surveille continuellement l'environnement spatial de la Terre, fournissant des données fiables sur le système Soleil-Terre, elle conduit des recherches et des programmes dédiés à l'étude de l'environnement, et joue un rôle majeur en météorologie spatiale.

<http://www.ngdc.noaa.gov/>      <http://www.sec.noaa.gov/>

All rights reserved.

### はやのん Hayanon

Diplômée en physique à l'Université de Ryukyu, Hayanon, écrivain et dessinatrice de bandes dessinées, a publié de nombreuses séries dans des journaux pour le grand public en se fondant sur son solide bagage de connaissances scientifiques et sur les jeux vidéo. Son écriture rigoureuse et son style enthousiaste en font un auteur très apprécié.

<http://www.hayanon.jp/>

### 子供の科学 Kodomo no Kagaku (Science pour les enfants)

Kodomo no Kagaku, aux éditions Seibundo Shinkosha, Ltd, est un magazine mensuel pour la jeunesse. Depuis le premier numéro, en 1924, il fait la promotion des sciences. Il en montre de multiples aspects, depuis la vie quotidienne jusqu'aux sujets de la recherche actuelle. <http://www.seibundo-net.co.jp/>

Produit par *the Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University* sous les auspices du *Ministère de l'Éducation, de la Culture, des Sports, des Sciences et des Technologies* du Japon.

"What is the Geomagnetic Field?!" est publié avec la coopération de Kodomo no Kagaku, et les conseils des Professeurs Takasi Oguti and Nobuaki Niitsuma. Mol, Mirubo, and Sensei rmercient Lorraine Kroehl, Lisa Kihn, Terry Onsager, Barbara Poppe, pour les traductions en anglais et Fabrice Mottez pour la version française de leurs aventures. La version française supervisée par Brigitte Schmieder, correspondante du CAWSES.

Produced by *the Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University* under the auspices of *the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology*.

September 2003

All rights reserved.