

JE M'ABONNE

JE M'ABONNE



ACTUALITÉS

## En images : les 100 ans de la découverte des inversions du champ magnétique terrestre !

GÉOLOGIE

ACTUALITÉ • 9 MIN

CELA VOUS INTÉRESSERA AUSSI



**PAR LAURENT SACCO**  
**JOURNALISTE SCIENTIFIQUE**

Publié le 3 juillet 2007 à 12:58

Les 27 et 28 juin 2007 étaient organisées à Clermont-Ferrand différentes manifestations pour commémorer la découverte des inversions du champ magnétique terrestre par Bernard Brunhes. Comme annoncé dans un article précédent, Futura-Sciences avait décidé de suivre l'événement, notamment une sortie géologique dans le Cantal sur les traces de Bernard Brunhes.

## **AU SOMMAIRE**

L'étude du champ magnétique terrestre a une longue histoire, en particulier à cause de son importance pour la navigation. Aujourd'hui, l'étude de ses variations

paléomagnétisme, quant à elle, nous permet de remonter dans le temps pour connaître l'histoire de la planète et suivre aussi bien l'expansion des fonds océaniques que la dérive des continents. De fait, c'est grâce à cette science du magnétisme fossile de la Terre, enregistré par certaines roches comme des laves se refroidissant, que la théorie de la tectonique des plaques a pu être découverte et démontrée dans les années 60 et au tout début des années 70. Enfin, les méthodes magnétiques sont couramment utilisées pour détecter des anomalies du champ géomagnétique pour la prospection géophysique, l'étude des volcans et même l'archéologie.

On sait que les chinois ont été les premiers, vers le 11<sup>ème</sup> siècle, à utiliser des boussoles pour la navigation. En Europe, même si l'existence du magnétisme était connue depuis les grecs, avec les roches se trouvant dans la région de la ville de Magnésie, il faudra attendre la publication en 1600 du « *De Magnete* » de William Gilbert pour que la science du géomagnétisme soit vraiment fondée. Celui-ci avait alors émis l'hypothèse que la Terre était un gigantesque aimant. Les différents navigateurs européens, qui parcouraient la planète, avaient aussi commencé à noter qu'en fonction de leur position sur la planète, l'angle que faisait l'aiguille d'une boussole avec la verticale du lieu (l'inclinaison), ou avec la direction du pôle nord géographique (la déclinaison), variait. En 1701, Halley publiait d'ailleurs la « *tabula Nautica* », la première carte de cette dernière.

Bien évidemment, les variations séculaires du champ magnétique terrestre ne tardèrent pas à être mises en évidence après celles à l'échelle de l'année. Ces variations étaient peu compatibles avec l'explication fournie par Gilbert de l'origine du champ magnétique, le champ d'un aimant ne variant pas dans le temps, et certains commencèrent à envisager une cause extérieure. Cette dernière hypothèse fut réfutée par Gauss en 1838. En utilisant la théorie de la décomposition des champs de potentiel en harmoniques sphériques, et sa théorie des moindres carrés, il fut en mesure de prouver que le champ géomagnétique

Cela n'expliquait toujours pas les fluctuations rapides du champ magnétique observées et la situation allait rapidement devenir pire suite à deux découvertes : d'abord celle d'une augmentation rapide de la température des roches au fur et à mesure que l'on s'enfonce à l'intérieur de la Terre et enfin celle d'une température limite de 500 à 600 ° C, la température de Curie, au-delà de laquelle un aimant perd son aimantation.

C'est donc dans ce contexte que Bernard Brunhes (prononcez « brugne »), jeune physicien sortant de l'Ecole Normale Supérieure et agrégé de Physique en 1889, s'est intéressé à la physique du Globe, et en particulier au champ magnétique terrestre. Il venait d'ailleurs d'être nommé Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme en 1900 (l'ancêtre de l'actuel OPGC qui verra d'ailleurs aussi passer une autre sommité de la science du magnétisme, le prix Nobel Louis Néel). Il montre que les coulées de laves anciennes ont des aimantations dont les directions diffèrent sensiblement de celles du champ magnétique actuel, ouvrant ainsi la voie à une nouvelle discipline : le paléomagnétisme, et c'est en 1906 qu'il publiera sa découverte fondamentale de 1905.

## **Les conférences de Vulcania**

Cette année, hommage a donc été rendu au pionnier du paléomagnétisme, sous la forme d'une série de conférences pour le grand public données à Vulcania sous la présidence de Jean-Louis LE MOUËL, directeur honoraire de l'Institut de Physique du Globe de Paris, membre de l'Académie des Sciences.

Ces conférences faisaient suite à celle, plus technique, qui avait eu lieu le matin même sur le campus de l'Université des Cézeaux, juste à côté de l'OPGC et du LPC dans l'Amphithéâtre « Recherche », laquelle était placée sous la présidence de Vincent COURTILLOT, directeur de l'Institut de Physique du Globe de Paris,

des Trapps du Deccan en Inde, il y a 65 millions d'années.

Ceux qui étaient présents à Vulcania ont donc pu assister à 3 conférences.

La première était intitulée « *Le champ magnétique et ses variations séculaires* » .

Elle était donnée par Jean-François LENAT, physicien à l'Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand et qui connaît bien le Piton de la Fournaise à la Réunion ainsi que les méthodes géophysiques basées sur le champ magnétique, utilisées pour comprendre et surveiller les volcans. Nous avons pu voir des cartes montrant la dynamique du champ magnétique au cours de ces 4 derniers siècles et, comme exemple des applications du champ magnétique à la volcanologie, Jean-François LENAT nous a montré les relevés de champs magnétiques dans la Chaîne des Puys ayant conduit à la découverte d'un ancien lac de lave solidifié qui était resté inaperçu jusqu'à récemment.

La deuxième, quant à elle, portait le titre suivant « *Les inversions magnétiques : la découverte de Bernard Brunhes ; mécanismes des inversions et migration du pôle magnétique virtuel* », par Jean-Pierre VALET, directeur de recherche au CNRS, Institut de Physique du Globe de Paris.

Un moment particulièrement frappant de cette conférence a été celui où Jean-Pierre VALET, après avoir rappelé que la découverte des inversions du champ magnétique terrestre avait donné lieu à la mise en place d'une chronologie, nous a montré que les périodes où l'on a constaté de grandes extinctions, comme les limites Crétacé-Tertiaire et Permien-Trias, étaient accompagnées d'une stabilité inhabituelle du champ magnétique de la Terre, qui maintenait son orientation beaucoup plus longtemps qu'en moyenne. Malgré le caractère aléatoire associé aux durées des polarités du géomagnétisme, une telle corrélation semble

phénomènes des Trapps sont expliqués par des instabilités thermiques à l'interface manteau-noyau générant la remontée de panaches de matière chaude à l'origine de points chauds, cette observation est vraiment fascinante.

La troisième conférence en devenait d'ailleurs encore plus intéressante puisqu'elle s'intitulait « *Le noyau terrestre : origine et évolution du champ magnétique* ». Elle était donnée par Philippe CARDIN, directeur de recherche au CNRS, Observatoire de Grenoble. Celui-ci nous a exposé les différentes théories proposées pour rendre compte du champ magnétique de la Terre.

L'explication moderne est partie des tentatives de Larmor en 1919 pour expliquer le champ magnétique des taches solaires. Celui-ci avait déjà noté que sa théorie pouvait tout aussi bien s'appliquer à la Terre, si celle-ci possédait une partie fluide et conductrice. Il faudra attendre les travaux des sismologues Inge Lehmann et Harold Jeffreys pour en avoir la preuve.

Les tentatives pour développer la théorie de la dynamo auto-excitée de Larmor se multiplient mais elles reçoivent un coup de frein sérieux avec le « no-go » théorème de Cowling en 1934. Comme toujours, un théorème d'impossibilité ne tient qu'en fonction de ses hypothèses, en l'occurrence celle d'axisymétrie, et si l'on ajoute des mouvements turbulents dans le noyau liquide en fer conducteur, l'objection est levée ! De nos jours, les simulations numériques et les expériences en laboratoires portant sur des dynamos auto-excitatrices, reproduisant le champ magnétique de la Terre et ses inversions, montrent que les pionniers de la théorie de la géodynamo, parmi lesquels on trouve les noms de Elsasser, Bullard et surtout Braginsky avaient raison de ne pas s'être laissés arrêter par ce théorème.

**Dans les pas de Bernard Brunhes à Pont Farin**

sur les lieux même de la découverte des inversions du champ magnétique terrestre : une couche d'argile cuite par une coulée de basalte, datée de 4,8 millions d'années, et localisée juste à côté du hameau de Pont Farin.

Philippe ROCHER, ingénieur au BRGM, et surtout Nathalie VIDAL chargée de mission au Muséum d'histoire naturelle de Clermont-Ferrand (Musée Lecoq) étaient nos guides. Nathalie connaît particulièrement bien le stratovolcan du Cantal car son sujet de thèse en volcanologie portait justement sur celui-ci, qui est considéré comme l'un des plus grands stratovolcans d'Europe avec l'Etna. Comme tous les volcans de ce type, il est constitué d'un entremêlement complexe d'édifices volcaniques produits par différentes éruptions datant de différentes époques avec plusieurs dynamismes éruptifs. Sur presque 2 500 km<sup>2</sup> on trouve donc aussi bien des basaltes que des phonolites ainsi que des dépôts de nuées ardentes ou de lahars.

Plusieurs volcanologues étaient aussi présents lors de cette sortie, comme Pierre VINCENT qui avait guidé Haroun TAZIEFF dans la région volcanique du Tibesti, et bien sûr les organisateurs de ces deux journées : Jacques KORNPORST (Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand) et François Dominique de LAROUZIERE (Vulcania). Nous accompagnaient également, Jean-Louis LE MOUËL et Jean-Pierre VALET.

Un des sites volcanologiques les plus intéressants, lors de notre voyage dans les pas de Bernard Brunhes, a été celui du Puy Mary dans la matinée. Daté de 6,43 +/- 0,08 millions d'années, c'est un site touristique très connu à plus de 1500 mètres d'altitude. Sa forme pyramidale est due à l'action des glaciers qui ont profondément modifié le stratovolcan du Cantal.



(CRÉDIT : LAURENT SACCO/FUTURA-SCIENCES).

A sa base, se trouvent les restes des dépôts d'une nuée ardente. A l'origine, il devait ressembler au Mérapî, et même au Saint-Helens, avec une structure de cumulo-dôme.



(CRÉDIT : LAURENT SACCO/FUTURA-SCIENCES).

Au centre de la photo ci-dessus, la volcanologue Nathalie VIDAL nous parle de ces dépôts. On distingue bien le mélange de cendres fines et de gros blocs entraînés par la nuée ardente.



(CRÉDIT : LAURENT SACCO/FUTURA-SCIENCES).

Ci-dessus, un gros plan sur quelques morceaux de trachyte du Puy Mary.



(CRÉDIT : LAURENT SACCO/FUTURA-SCIENCES).

A gauche, juste devant Nathalie VIDAL, on peut voir Dominique de LAROUZIERE, le directeur scientifique de Vulcania.



(CRÉDIT : LAURENT SACCO/FUTURA-SCIENCES).

Sur la photo ci-dessus on peut voir une protrusion en phonolite à proximité du Puy Mary. La phonolite est une roche provenant d'une lave très visqueuse et riche en silice. Comme son nom l'indique, elle produit un son particulier lorsqu'on la frappe.

Le moment le plus important de la journée a sans nul doute été dans l'après-midi, lorsque nous avons rejoint la Haute Planèze de Saint-Flour. Pour ses recherches sur le magnétisme terrestre, Bernard Brunhes avait demandé à des ingénieurs chargés de différents travaux, comme la construction de routes, de le prévenir s'ils trouvaient une couche d'argile recouverte d'une coulée de lave. En effet, il étudiait depuis quelques années déjà le magnétisme fossile enregistré dans de l'argile cuite. Un phénomène que l'on connaissait à son époque, notamment avec les poteries de l'antiquité. En 1905, l'un d'entre-eux lui parla alors du petit hameau de Pont Farin.

Aujourd'hui encore, dans le fossé bordant la route, cette double couche est bien visible car, sous l'action de la chaleur, l'argile s'est transformée en brique rouge comme on peut le voir nettement sur les photos ci-dessous.



(CRÉDIT : LAURENT SACCO/FUTURA-SCIENCES).

La couche grise correspondant bien évidemment à la coulée de basalte il y a 4,8 millions d'années.



(CRÉDIT : LAURENT SACCO/FUTURA-SCIENCES).

Une des personnes présentes nous a d'ailleurs fait une belle surprise, en nous montrant une authentique boussole chinoise en magnétite !



(CRÉDIT : LAURENT SACCO/FUTURA-SCIENCES).

Avant de quitter ce lieu mondialement célèbre, plusieurs des intervenants principaux de cette commémoration ont bien voulu poser pour une photographie souvenir. De gauche à droite sur la photo ci-dessous on peut voir Jean-Louis LE MOUËL (tenant dans sa main la boussole chinoise qu'on lui a prêtée), Jean-Pierre VALET et enfin Jacques KORNPORST.

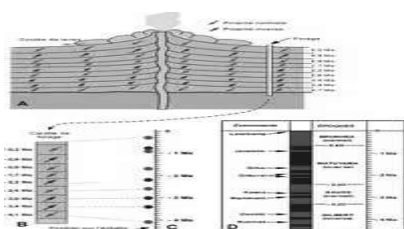


(CRÉDIT : LAURENT SACCO/FUTURA-SCIENCES).

Et pour ceux qui douteraient que l'événement ait bien eu lieu à Pont Farin, voilà de quoi dissiper les doutes.

*Nos articles*

# À LIRE AUSSI



## GÉOLOGIE

La découverte des inversions du champ magnétique de la Terre : 100 ans déjà !

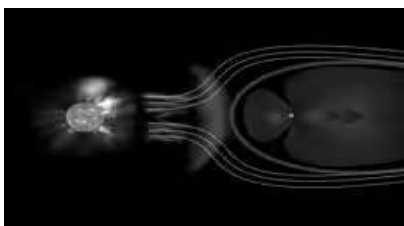
**ACTUALITÉ** • 29/06/2007



## GÉOLOGIE

Terre de France : un parcours géologique

**DOSSIER** • 10/10/2022



## SYSTÈME TERRE-LUNE

Les atmosphères de la Terre et de la Lune étaient magnétiquement connectées il y a des milliards d'années

**ACTUALITÉ** • 16/10/2020



### GÉOLOGIE

On comprend mieux les inversions du champ magnétique de la Terre

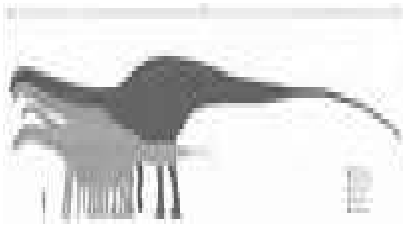
**ACTUALITÉ** • 05/05/2009



### GÉOGRAPHIE

Tourisme dans le Cantal

**DOSSIER** • 05/08/2014



### NATURE

Quel a été le plus grand animal terrestre ?

**QUESTION RÉPONSE** • 22/03/2025



### NATURE

Quel est le plus grand oiseau terrestre du monde ?

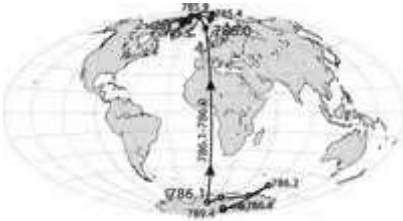
**QUESTION RÉPONSE** • 20/01/2010



### MATIÈRE

Comment une boussole indique-t-elle le pôle nord magnétique ?

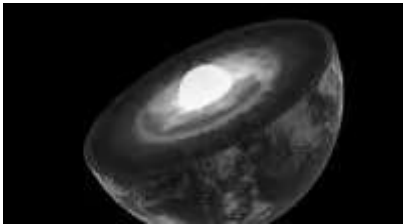
**QUESTION RÉPONSE** • 08/09/2018



### GÉOLOGIE

La dernière inversion magnétique s'est produite en moins de 100 ans

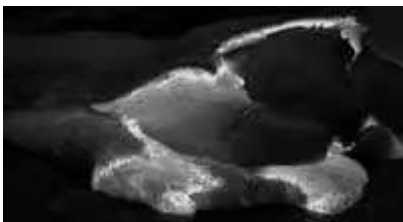
**ACTUALITÉ** • 16/10/2014



### GÉOLOGIE

Géologie : plongée dans le manteau supérieur

**DOSSIER** • 08/09/2022



### GÉOLOGIE

Petite vulgarisation de géologie abordée sous l'aspect historique

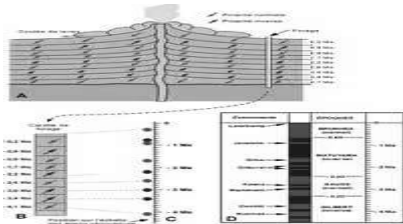
**DOSSIER** • 19/11/2002



## POLLUTION

Le poumon vert de la planète, c'est quoi ?

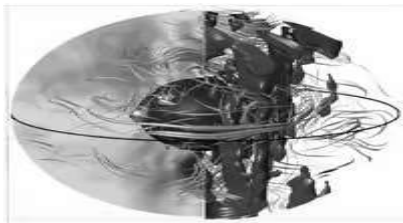
**QUESTION RÉPONSE** • 26/06/2010



## GÉOLOGIE

Le champ magnétique terrestre est-il influencé par l'océan mondial ?

**ACTUALITÉ** • 16/06/2009



## GÉOLOGIE

Et voici les prévisions météo du champ magnétique terrestre

**ACTUALITÉ** • 31/01/2016



## GÉOLOGIE

Le champ magnétique terrestre amplifié par la turbulence

**ACTUALITÉ** • 26/11/2014

# RÉDACTION



## BIODIVERSITÉ

Le vrai danger du frelon asiatique n'est pas là où vous le croyez

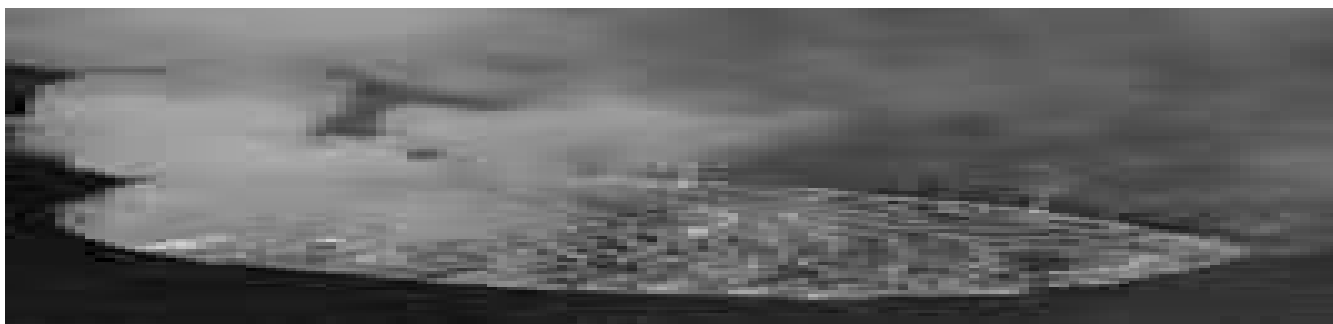
**ARTICLE**



## RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

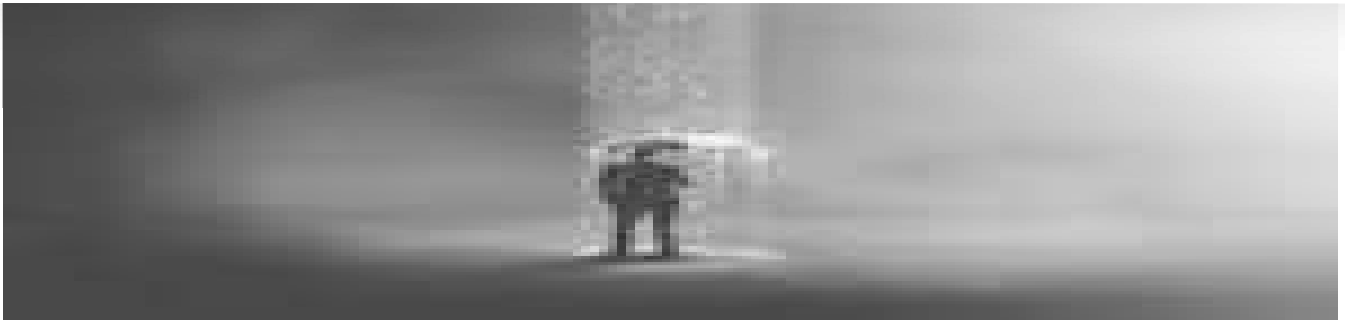
À quoi servent vraiment les climatologues ? Les dessous d'un métier incompris et attaqué

**ARTICLE**



## VOLCAN

Volcans du monde : les plus spectaculaires en activité (ou au repos).



### MÉTÉOROLOGIE

Ces vidéos de pluie tombant uniquement sur quelques centimètres sont-elles réelles ?

**ARTICLE**



### ENVIRONNEMENT

« Imparfaite, mais engagée » : la seule réponse que j'ai trouvée à la violence de cet été

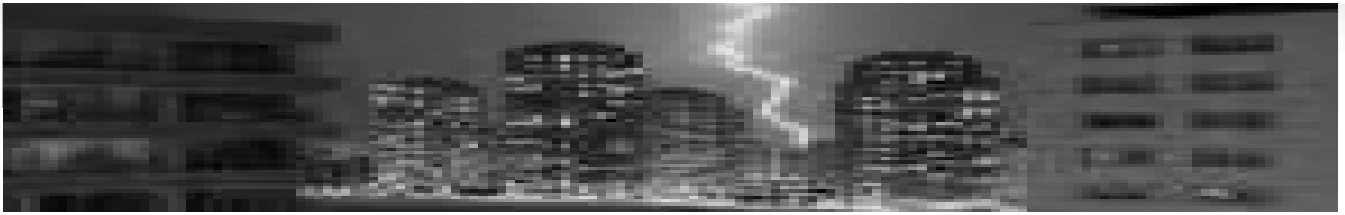
**ARTICLE**



### ZOOLOGIE

Billet d'humeur pour les requins : l'écologie n'a jamais été autant au cœur des débats

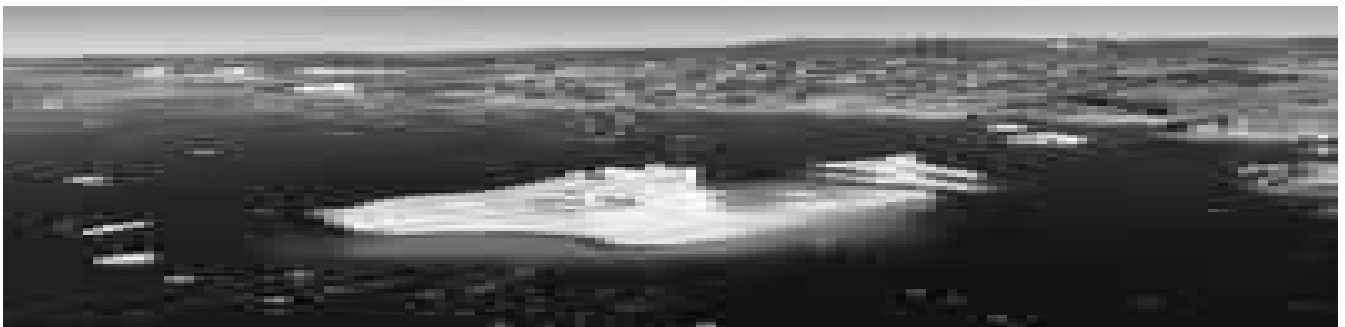
**ARTICLE**



\_\_\_\_\_ MÉTÉOROLOGIE

Phénomène météo extraordinaire : l'éclair superbolt, une explosion qui fait trembler les villes

**ARTICLE**



\_\_\_\_\_ MÉTÉOROLOGIE

Le jour où il a fait 30 °C au Groenland : un record toujours inexplicé

**ARTICLE**

## TRANSMETTRE LA CULTURE

*est le plus vieux métier du monde*

Inscrivez-vous à la lettre d'information La quotidienne pour recevoir toutes nos dernières Actualités une fois par jour.

Email

E-mail

**S'INSCRIRE**

Toutes nos lettres d'informations

**CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE**

**INVERSION CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE CONSÉQUENCES**

**RIFT GÉOLOGIE      GÉOLOGIE FONTAINEBLEAU**

**CHAMP ÉLECTRIQUE TERRESTRE**

**DIFFERENCE ENTRE CHAMP ELECTRIQUE ET CHAMP ELECTROSTATIQUE**

**CHAMP PROCHE CHAMP LOINTAIN DEFINITION**

