

► Demeter et les champs de la Terre

Sources

Spacecraft observations of electromagnetic perturbations connected with seismic activity

F. Nemeč, O. Santolík, M. Parrot and J. J. Berthelier
Geophysical Research Letters, vol. 35, mars 2008

Notes

Ionosphère :

L'ionosphère est la partie la plus haute de l'atmosphère. Commencant vers 120 km d'altitude, elle s'étend jusqu'à la magnétosphère (environ 1000 km). La densité y est si faible que, sous l'effet du rayonnement ultraviolet du Soleil, des électrons (négatifs) sont arrachés aux molécules et atomes présents qui s'ionisent alors positivement.

Activité anthropique :

Activité liée à l'homme.

Depuis une vingtaine d'années, l'existence de signes précurseurs détectables dans l'[ionosphère](#) avant de grands tremblements de terre a donné lieu à de nombreuses publications scientifiques. Cependant l'existence de ces signes liés à l'activité sismique faisait l'objet de beaucoup d'incertitudes et de controverses. En effet, les variations des propriétés de l'ionosphère dépendent de nombreux facteurs, notamment de l'activité solaire.

Les objectifs scientifiques de la mission spatiale DEMETER (Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions) sont de détecter et de caractériser des signaux électromagnétiques associés d'une part, à l'[activité anthropique](#) et d'autre part, à des phénomènes naturels tels que les tremblements de Terre et les éruptions volcaniques. Cet article traite de ces derniers.

Les instruments de DEMETER mesurent six composantes du champ électromagnétique dans une large gamme de fréquences et analyse le milieu ionisé. Les données recueillies sont corrélées avec des données collectées au sol portant notamment sur la localisation des séismes ou l'état de l'ionosphère au dessus de certaines régions sismiques comme la Californie ou le Japon. Des cartes de [Contenu Electronique Total](#) sont produites avec une grande résolution temporelle et spatiale.

Des cartes de l'intensité moyenne du champ électrique ont été dressées en fonction de plusieurs paramètres (côté jour/côté nuit, période de l'année, fréquence du signal, activité géomagnétique). Les auteurs ont ensuite analysé statistiquement l'intensité des ondes électriques mesurées par les antennes de DEMETER lors de plus de 9 000 tremblements de Terre pour déterminer les principales caractéristiques des effets des séismes sur les paramètres électromagnétiques de l'ionosphère. Ils ont divisé les séismes en quatre groupes selon qu'ils prennent naissance en deçà ou au-delà de 40 km de profondeur et le moment de leur survenue (jour ou nuit).

L'intensité du signal recueilli lorsque le satellite passait à proximité de l'épicentre d'un séisme, moins de 5 jours avant et moins de 3 jours après, a été comparée avec son intensité moyenne au même endroit et dans les mêmes conditions.

Ces données ont ensuite été analysées selon la méthode des époques superposées. Toutes les occurrences de séismes sont ramenées à un temps zéro. Les résultats sont présentés dans une grille en fonction de l'éloignement dans le temps par rapport à cette origine et en fonction de la proximité entre la trace de l'orbite au sol et l'épicentre. Pour un séisme donné, seules quelques cellules de la grille sont documentées.

▶ La nuit ciel perturbé, secousses en sous-sol

Notes

Contenu Electronique Total :

Quantité d'électrons libres présents dans une colonne ionosphérique mesurée par son effet sur le temps de parcours d'une onde électro-magnétique entre un émetteur et un récepteur.

Orbite polaire :

Un satellite en orbite polaire survole les pôles à chaque révolution. Ces orbites sont intéressantes pour l'observation de la Terre.

Orbite héliosynchrone :

Orbite dont l'altitude et l'inclinaison sont choisies de façon à ce que un satellite sur une telle orbite passe au-dessus de quelque point que ce soit de la surface terrestre à la même heure solaire locale. L'angle entre le plan d'orbite et la direction du soleil demeure constant.

L'opération est répétée pour tous les séismes de magnitude supérieure à 4,8 qui ont lieu à moins de 1100 km de la trace de l'orbite. Cela concerne 4 552 séismes sur trois ans. Pour ne pas mélanger les effets pré- et post-séismiques, les répliques ne sont pas prises en compte. A la fin, les valeurs obtenues dans chaque cellule de la grille sont traitées statistiquement et le résultat est présenté sous forme d'intensité relative.

Une diminution de l'intensité des ondes mesurées par DEMETER dans une gamme de fréquence entre 1 et 2,4 kHz commence quelques heures avant les séismes. Cette diminution est de l'ordre de 6 dB. Ce résultat correspond à un champ électrique mesuré de nuit pour des tremblements de terre de profondeur inférieure à 40 km, de magnitude supérieure à 4,8 et dont la distance de l'épicentre à la trace de l'orbite au sol est inférieure à 330 km. Cette diminution est d'autant plus forte que la magnitude est plus grande.

Aucune modification n'est détectée dans l'ionosphère de jour et pour des séismes profonds. Le fait d'observer une diminution du champ électrique montre qu'il ne s'agit pas d'un effet direct du tremblement de terre mais plutôt d'une modification des conditions de propagation des ondes géomagnétiques.

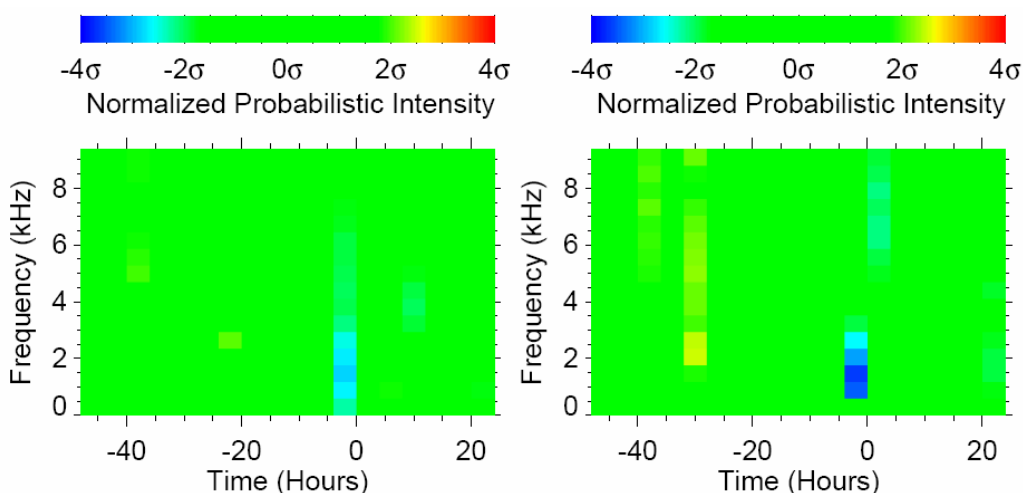


Fig 1 : Spectrogramme fréquence temps de la densité de probabilité normalisée obtenu avec les mesures d'une antenne électrique effectuées de nuit sur des tremblements de terre ayant une profondeur de 40 km ou moins, une distance de moins de 330 km par rapport à la trace de l'orbite et
(gauche) une magnitude supérieure ou égale à 4,8.
(droite) une magnitude supérieure à 5.

► De la prémonition au prémonitoire ?

Contact chercheur

Michel Parrot

Laboratoire de Physique et
Chimie de l'Environnement
(LPCE)
Orléans
mparrot@cnsr-orleans.fr

+ sur le web

[Site du Centre de
Mission Scientifique
Demeter](#)

[Site du LPCE](#)

[Site du CETP](#)

[Site du CESR](#)

[Site de l'IPGP](#)

[Site de l'OPGC](#)

[Site de l'USN](#)

[Site du Centrum Baden
Kosmicznych \(Pologne\)](#)

+ sur le CNES

[CNES](#)

[Missions scientifiques du
CNES](#)

© CNES 2007

Reproduction possible à des fins
non commerciales, sous réserve
d'autorisation de notre part.

Conformément à la loi 78-17
"Informatique et Libertés" (art. 34
et art.36), vous disposez d'un droit
d'accès, de rectification et de
suppression des données vous
concernant, en ligne sur ce
bulletin.

Cette étude montre qu'il existe une influence de l'activité sismique sur l'ionosphère, perceptible à une altitude de 700 km avant l'occurrence de certains séismes. Les perturbations sont réelles mais faibles et seulement mises en évidence d'une façon statistique.

Rien ne peut donc être dit sur l'apparition de cette perturbation du champ électrique pour un séisme particulier, et en général sur la possibilité de prédire des séismes. D'autres paramètres mesurés par DEMETER sont actuellement étudiés de la même façon pour comprendre par quels mécanismes l'activité sismique peut avoir une influence sur l'ionosphère.

DEMETER à votre service...

Le lancement de DEMETER a eu lieu le 29 Juin 2004 par une fusée [DNEPR](#) depuis Baïkonour. Le satellite a été placé sur une orbite polaire, héliosynchrone, circulaire à une altitude de 710 km.

Pour stocker et transmettre les données recueillies à bord, DEMETER dispose d'une mémoire de grande capacité (8Gbits) et d'une télémesure haut débit (16.8 Mbits/s) dédiées à la charge utile scientifique. Le traitement des données se fait dans le Centre de Mission Scientifique (CMS) qui est situé au LPCE à Orléans.

La réception des données se fait par l'intermédiaire de la station de télémesure situé au CNES. Le cheminement des données entre le satellite et le CMS est entièrement automatisé.

Les données sont mises à la disposition des expérimentateurs et des investigateurs invités associés à la mission. Plusieurs niveaux d'accès sont disponibles du tracé synthétique qui donne une vue rapide des résultats de toutes les expériences par demi-orbite, jusqu'aux données de niveau 2 qui offrent aux scientifiques la possibilité de comparer les résultats de plusieurs instruments. Les données d'orbitographie du satellite ainsi que des outils pour traiter ces fichiers sont également disponibles sur ce serveur. Pendant la durée de la mission, le CMS assure en outre la programmation de la charge utile scientifique.

E-Space&Science vous informe des résultats des expériences scientifiques soutenues par le CNES

Directeur de la publication : **Yannick d'Escatha** ■ Directeur de la rédaction : **Pierre Tréfouret** ■ Rédacteur en chef : **Michel Viso** ■ Secrétaire de rédaction : **Martine Degrave**
■ Diffusion du magazine : **INIST diffusion** ■

Abonnement

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :
Version française : www.cnes.fr/essfr
Version anglaise : www.cnes.fr/essen

Désabonnement

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :
Version française : www.cnes.fr/essfr
Version anglaise : www.cnes.fr/essen