

Examen de la thèse « Étude des émissions électromagnétiques enregistrées par le satellite DEMETER », par David PÍŠA.

Le contenu de la thèse est plus restreint que ce que le titre peut laisser comprendre. L'auteur étudie les émissions électromagnétiques observées par le satellite DEMETER dans l'ionosphère supérieure en ce qui concerne les tremblements de terre, ce qui correspond aux principaux objectifs de la mission DEMETER.

Selon l'idée généralement acceptée, à l'heure actuelle, il n'y a aucun moyen unique et fiable pour la prédiction des tremblements de terre. Il y a plusieurs signes comme des variations inattendues de la phase et de l'amplitude des signaux TBF sur une orbite donnée, des variations de la fréquence critique dans l'ionosphère, des variations des caractéristiques spectrales des émissions naturelles, l'élargissement spectral des signaux des émetteurs, et ainsi de suite, qui, même tous ensemble, ne suffisent pas à prédire un tremblement de terre en toute confiance. Cela ne signifie pas que cette recherche de précurseurs des tremblements de terre est inutile : au contraire, tous les efforts dans ce sens méritent d'être examinés. De ce point de vue, la thèse de David PÍŠA présente une étude précieuse.

Le premier chapitre de la thèse présente un large examen des mesures antérieures des variations de densité des ondes électromagnétiques et du plasma dans l'ionosphère avant les tremblements de terre, ainsi que l'examen des mécanismes sous-jacents possibles de ces variations. Il contient également un avis sur les principaux résultats de ces travaux. L'examen est complet, et dans les références il y a un juste équilibre entre anciennes et nouvelles, et entre les pays de l'Est et de l'Ouest. Cependant il manque ici une formulation claire du but de l'étude. Avec ce titre de la thèse pas assez restrictif, il oblige le lecteur à aller d'abord à la section de Conclusion pour trouver la réponse.

Le deuxième chapitre donne une brève description du satellite DEMETER qui comprend l'objectif principal de la mission, la période d'opération, les paramètres orbitaux, les instrumentations, les modes de fonctionnement, etc. Le chapitre contient également un compte-rendu bref d'expériences particulières (instruments) et leurs principales caractéristiques techniques.

Le troisième chapitre de la thèse est consacré à l'analyse de la densité ionique, basée sur les mesures de l'instrument IAP, en relation avec le tremblement de terre au Chili du 27 février 2010. La section 3.1 contient un cursus historique des enregistrements de séismes dans cette

région, tandis que les sections 3.2 à 3.4 présentent les mesures de densité ionique dans la région proche de l'épicentre, l'analyse statistique des données, et les conclusions. Le résultat principal du chapitre consiste en l'augmentation statistiquement significative de la densité ionique  $O^+$  dans la région autour de l'épicentre, 17 à 11 jours avant le choc principal. L'auteur souligne que malgré l'importance de cette découverte du point de vue de la prévision des tremblements de terre, une augmentation inattendue de la densité ionique à un certain endroit et une heure donnée n'indique pas avec une précision raisonnable le lieu, le temps et la magnitude d'un possible tremblement de terre à venir.

Le chapitre 4 constitue la partie centrale de la thèse et présente les principaux résultats des travaux. Sur la base de mesures spectrales électromagnétiques à bord DEMETER pendant plus de 6 ans, il est démontré que, en moyenne, l'intensité spectrale dans la bande de fréquences autour de 1,7 kHz diminue avant les tremblements de terre dans la région proche de leurs épicentres. Le fait que cet effet existe et est statistiquement significatif ne signifie pas qu'il peut être considéré comme le précurseur du tremblement de terre, car l'effet est trop faible par rapport aux variations naturelles de l'intensité des ondes dans la même bande de fréquence. Ainsi, la diminution d'intensité spectrale avant un tremblement de terre ne peut être observée dans chaque événement particulier et se révèle seulement par une moyenne statistique. Cependant, trouver un précurseur pour les tremblements de terre est l'objectif final de presque toutes les études sismo-électromagnétiques, et l'importance d'un travail n'est pas invalidé si cet objectif n'est pas accompli. Chaque étape dans cette direction a du mérite.

Les résultats présentés dans les chapitre 3 et chapitre 4 développent et généralisent les résultats obtenus antérieurement par J. J. Berthelier, F. Němec, M. Parrot et O. Santolík, ce qui confirme leur validité sur une base de données beaucoup plus large. L'auteur donne un crédit approprié pour les travaux antérieurs, ce qui est certainement un point fort de la thèse.

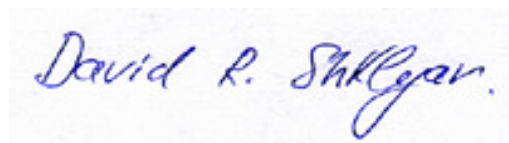
La section Conclusion résume les principaux résultats obtenus dans cette thèse de doctorat. En plus de l'augmentation de densité  $O^+$  déjà mentionnée, et de la diminution de l'intensité spectrale des ondes dans la bande de fréquence autour de 1,7 kHz à proximité d'un tremblement de terre, il est souligné (entre autres) que ces effets sont principalement observés durant la période nocturne et sont enregistrés quelques heures avant le choc principal ; la zone sur laquelle la corrélation entre l'intensité spectrale des ondes et l'activité sismique est maximum a une dimension spatiale de l'ordre de quelques centaines de kilomètres. Les effets sont plus forts pour les tremblements de terre avec des épicentres sous la mer et pour les tremblements de terre peu profonds. La thèse comprend trois annexes étendues qui fournissent des illustrations supplémentaires aux descriptions contenues dans le texte principal, et une dernière qui reproduit les principales publications de l'auteur en rapport avec cette thèse de doctorat.

La thèse considérée n'est pas exempte de faiblesses. Ainsi, le premier chapitre profiterait grandement si l'objectif principal de ce travail pouvait être formulé globalement. Dans le chapitre 2 l'auteur utilise une nomenclature tout à fait arbitraire pour les bandes de fréquences, qui, en fait, ont des définitions plutôt strictes. Dans le chapitre 3, dans le dernier paragraphe de la page 37, il y a une référence aux explications soi-disant données à la Section 2.4 mais que je n'ai pas trouvées. La thèse contient trop de figures auxiliaires qui, à mon avis, devraient être mieux systématisées et incluses dans le texte principal. Cependant, cela ne gâche pas la bonne impression générale sur la thèse.

En résumé, le travail est consacré à un problème d'actualité sur les manifestations de l'activité sismique dans les mesures des ondes et des particules dans l'ionosphère, en utilisant les données uniques et précieuses du satellite DEMETER. Le candidat à ce diplôme a effectué une étude sérieuse, ce qui démontre sa qualification pour formuler un problème physique, trouver le chemin pour sa solution, et utiliser des techniques modernes d'analyse de données.

À mon avis, David PÍŠA mérite de soutenir son doctorat en physique des plasmas.

Fait le 27 septembre 2012



D. R. Shklyar  
Chef de laboratoire à l'Institut de recherche spatiale  
de l'Académie des Sciences de Russie