

Characterising the Ionosphere

(RTO-TR-IST-051)

Executive Summary

The NATO RTO Task Group on “Characterising the Ionosphere” was an initiative taken by the Information Systems Technology (IST) Panel to report on the status of research associated with the ionosphere. The aim was to alert the user groups in the wide community, but with an emphasis on the military applications, to the effects of the medium on systems. It also provides guidance on prediction methods for any event which has an influence on the ionosphere. The report is a result of three years work by the Technical Group supported by contributions from academia and other national research institutes. The group actively involved five nations (Canada, Germany, Norway, UK and US) but with grateful contributions from others as appropriate. We were very fortunate to have benefited from the experience of experts in the field; the Group hosted a Specialists’ Meeting in Fairbanks Alaska supported by the URSI community; the proceedings are attached as an annex to this report.

The properties of the ionosphere inherently influence the performance of various systems which rely on rf waves traversing the region; for example satellite navigation, HF communications and HF Radar. The resurgence of HF for communications requires improvements to the propagation prediction methods in order to maintain an efficient communications media. Whilst the first order diurnal effects and the influence of space weather are already known, this report describes the physics which could influence the behaviour from events not previously regarded as significant. Several decision aids are described to assist the operators in coping with the inherent instabilities, but identifies further work which would enhance the knowledge. The ionisation is caused by a variety of mechanisms but predominantly by extreme ultra violet (EUV), X-rays, Lyman α and solar cosmic rays. Different ionisation processes occur at specific altitudes giving rise to a layered structure designated as D, E and F; a more comprehensive discussion is available in Chapter 1 “Morphology”. The auroral region is a specific case for discussion because it is subject to mechanisms which are generally not well understood. The military community should be aware of the properties and adapt to the effects on their systems when exploiting the media or when deployed in northern latitudes. We have incorporated a section relating to mapping total electron content in near real time, which reduces the latency in establishing the ionospheric propagation delay, a necessary parameter for good navigation using satellite signals e.g. GPS. Galileo Space weather is addressed where interest has been shown from a variety of quarters including the insurance sector.

As chair of the Research Technology Group I am indebted to my colleagues who sat on the technical committee and the scientists who gave presentations to the group. This thanks is extended to the contributors who wrote and presented papers at the Specialists’ Meeting/Symposium some of which supported the event through URSI. I would also like to thank the IST Panel and the executive for their continued support throughout the project.

La caractérisation de l'ionosphère

(RTO-TR-IST-051)

Synthèse

Le Groupe Opérationnel de la RTO de l'OTAN sur « La caractérisation de l'ionosphère » est une initiative prise par la commission de Technologie des Systèmes d'Information (IST) afin de faire un rapport sur l'état de la recherche associée à l'ionosphère. Le but était d'alerter les groupes d'utilisateurs dans toute la communauté, mais avec une prépondérance pour les applications militaires, des effets des moyens de communication sur les systèmes. Cela a également donné des conseils sur les méthodes de prévision pour chaque événement ayant une influence sur l'ionosphère. Le rapport est le résultat de trois ans de travail exécuté par le Groupe Technique soutenu grâce à la contribution de l'académie et d'autres instituts nationaux de recherche. Le Groupe implique activement cinq nations (Canada, Allemagne, Norvège, Royaume Uni et États-Unis) mais avec des contributions très satisfaisantes provenant d'autres pays quand cela était opportun. Nous avons eu la chance de profiter de l'expérience d'experts dans ce domaine ; le Groupe a organisé une Réunion de Spécialistes à Fairbanks en Alaska soutenue par la communauté URSI ; les mesures sont jointes en annexe à ce rapport.

Les propriétés de l'ionosphère influencent fondamentalement la performance de divers systèmes qui reposent sur les ondes radio traversant la zone, comme les satellites de navigation, les communications HF et les radars HF. La résurgence de la HF pour les communications demande d'améliorer les méthodes de prévision de propagation de manière à maintenir des moyens de communication efficaces. Alors que les effets diurnes de premier ordre et l'influence du temps dans l'espace sont déjà connus, ce rapport décrit la physique qui pourrait influencer le fonctionnement à partir d'événements considérés insignifiants auparavant. Plusieurs aides à la décision sont décrites afin d'aider les opérateurs à prendre en compte les instabilités inhérentes, mais elle identifie un travail supplémentaire qui pourrait augmenter nos connaissances. La ionisation est produite par des mécanismes variés mais principalement par les ultra violets extrêmes (EUV), les rayons X, les α Lyman et les rayons cosmiques solaires. Différents processus de ionisation apparaissent à des altitudes spécifiques donnant naissance à une structure en couches appelées D, E, et F ; des éléments de discussion sont disponibles au chapitre 1 « Morphologie ». La région aurorale est un cas spécifique à débattre car elle est sujette à des mécanismes qui ne sont généralement pas bien compris. La communauté militaire devrait être attentive aux propriétés de l'ionosphère et adapter ces effets sur ses systèmes quand elle utilise ses moyens de communication ou lors d'un déploiement dans les latitudes nord. Nous avons une section qui dresse la carte de la teneur totale en électrons pratiquement en temps réel, ce qui réduit le temps de réaction dans le délai d'établissement de la propagation ionosphérique, c'est un nécessaire paramétrage pour une bonne navigation utilisant les signaux satellites comme le GPS. Nous nous adressons à Galileo Space temps quand un intérêt se présente dans plusieurs directions incluant le secteur assurance.

En tant que responsable du Groupe de Recherches Technologiques, je suis redevable à mes collègues qui siègent au comité technique et aux scientifiques qui font les présentations au groupe. Ces remerciements s'adressent aussi aux collaborateurs qui ont écrit et présenté des documents à la Réunion des Spécialistes/Symposium, quelques-uns d'entre eux en tant que membre d'URSI. Je voudrais aussi remercier la commission IST et la direction pour son soutien durant tout le projet.