



Assemblée générale

Distr. générale
20 juin 2011
Français
Original: anglais

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

Rapport sur l'Atelier ONU/NASA/Agence japonaise d'exploration aérospatiale sur l'Initiative internationale sur la météorologie spatiale

(Le Caire, 6 au 10 novembre 2010)

I. Introduction

A. Historique et objectifs

1. La troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE III), en particulier dans sa résolution intitulée "Le Millénaire de l'espace: la Déclaration de Vienne sur l'espace et le développement humain", a recommandé que les activités du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales encouragent la collaboration entre États Membres aussi bien au niveau régional qu'au niveau international, dans divers domaines des sciences et techniques spatiales, en insistant sur le développement et le transfert des connaissances et des compétences dans les pays en développement et dans les pays en transition¹.

2. À sa cinquante-deuxième session, en 2009, le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a approuvé le programme d'ateliers, de stages de formation, de colloques et de conférences prévus pour 2010². Par la suite, l'Assemblée générale, dans sa résolution 64/86, a approuvé à son tour le rapport du Comité sur les travaux de sa cinquante-deuxième session.

¹ *Rapport de la troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, Vienne, 19-30 juillet 1999* (publication des Nations Unies, numéro de vente: F.00.I.3), chap. I, résolution 1, sect. I, par. 1 e) ii), et chap. II, par. 409 d) i).

² *Documents officiels de l'Assemblée générale, soixante-quatrième session, Supplément n° 20* (A/64/20), par. 82.



3. En application de cette résolution et conformément aux recommandations d'UNISPACE III, l'Atelier ONU/NASA/Agence japonaise d'exploration aérospatiale sur l'Initiative internationale sur la météorologie spatiale s'est tenu au Caire du 6 au 10 novembre 2010. L'Université d'Helwan a accueilli cet atelier au nom du Gouvernement égyptien.

4. Organisé par l'ONU, l'Agence spatiale européenne, la National Aeronautics and Space Administration (NASA) des États-Unis et l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale, l'Atelier était le dix-huitième d'une série d'ateliers sur les sciences spatiales fondamentales, l'Année héliophysique internationale 2007 et l'Initiative internationale sur la météorologie spatiale proposée par le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique sur la base de discussions menées au sein de son Sous-Comité scientifique et technique, dont il est rendu compte dans le rapport de ce sous-comité (A/AC.105/958, par. 162 à 173). Les précédents ateliers de cette série avaient été accueillis par les Émirats arabes unis en 2005 (A/AC.105/856), l'Inde en 2006 (A/AC.105/882), le Japon en 2007 (A/AC.105/902), la Bulgarie en 2008 (A/AC.105/919) et la République de Corée en 2009 (A/AC.105/964)³. Ils s'inscrivaient dans le prolongement de la série d'ateliers sur les sciences spatiales fondamentales organisés de 1991 à 2004, et accueillis par l'Inde (A/AC.105/489), le Costa Rica et la Colombie (A/AC.105/530), le Nigéria (A/AC.105/560/Add.1), l'Égypte (A/AC.105/580), le Sri Lanka (A/AC.105/640), l'Allemagne (A/AC.105/657), le Honduras (A/AC.105/682), la Jordanie (A/AC.105/723), la France (A/AC.105/742), Maurice (A/AC.105/766), l'Argentine (A/AC.105/784) et la Chine (A/AC.105/829)⁴.

5. L'Atelier avait essentiellement pour objectif de donner l'occasion aux participants d'examiner l'ensemble des réalisations relatives à l'Année héliophysique internationale 2007, dans l'optique du déploiement d'instruments terrestres de météorologie spatiale à faible coût et de couverture mondiale, ainsi que les projets relatifs à l'Initiative internationale sur la météorologie spatiale, et d'évaluer les résultats scientifiques et techniques récemment obtenus dans le domaine des interactions Soleil-Terre.

B. Programme

6. À l'ouverture de l'Atelier, des déclarations ont été faites par le représentant du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique au nom du Gouvernement égyptien, le président de l'Université d'Helwan et les représentants de la NASA, de l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale et du Bureau des affaires spatiales du Secrétariat. L'Atelier comprenait des séances plénières. Des présentations ont été faites par des orateurs invités, qui ont fait part des résultats de leurs activités en matière d'organisation de manifestations diverses, de recherche, d'enseignement et de sensibilisation se rapportant à l'Initiative internationale sur la

³ Des informations sur l'Année héliophysique internationale 2007 et l'Initiative des Nations Unies sur les sciences spatiales fondamentales sont disponibles sur le site Web du Bureau des affaires spatiales (www.unoosa.org/oosa/SAP/bss/ihy2007/index.html).

⁴ On trouvera des informations détaillées sur tous les ateliers de l'Initiative des Nations Unies sur les sciences spatiales fondamentales organisés conjointement avec l'Agence spatiale européenne à l'adresse suivante: www.seas.columbia.edu/~ah297/un-esa.

météorologie spatiale et à ses réseaux d'instruments; elles ont été suivies de brèves discussions. Les orateurs invités, originaires de pays en développement et de pays développés, ont présenté 110 documents et affiches. Des séances de présentation d'affiches et des réunions de groupes de travail ont donné aux participants l'occasion de mettre l'accent sur des problèmes et des projets spécifiques liés à l'Initiative internationale sur la météorologie spatiale, notamment ses réseaux d'instruments et leur fonctionnement et coordination.

7. L'Atelier a porté sur les questions suivantes: la coordination nationale de l'Initiative internationale sur la météorologie spatiale; ses réseaux d'instruments opérationnels; la répartition des instruments de l'Initiative par pays.

8. Lors d'une cérémonie qui s'est tenue dans le cadre de l'Atelier, les organisateurs et les participants ont remercié un certain nombre d'éminents scientifiques pour leur contribution importante de longue date à l'élaboration de l'Initiative, notamment au bénéfice des pays en développement.

C. Participation

9. Les Nations Unies, la NASA, l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale, le comité international sur les GNSS, le Centre de recherche sur l'environnement spatial de l'Université de Kyushu de Fukuoka (Japon), l'Université d'Helwan et le Centre d'étude de la météorologie spatiale de l'Égypte ont invité des scientifiques, des ingénieurs et des enseignants de pays en développement et de pays industrialisés à participer et à contribuer à l'Atelier. Ces personnes, qui venaient d'universités, d'établissements de recherche, d'agences spatiales nationales et d'organisations internationales, ont participé à la mise en œuvre des activités de l'Initiative internationale sur la météorologie spatiale abordées lors de l'Atelier. Elles avaient été choisies en fonction de leur formation en sciences, en génie et en enseignement, ainsi que de leur expérience dans la mise en œuvre de programmes et de projets dans lesquels l'Initiative jouait un rôle de premier plan. Les préparatifs de l'Atelier ont été pris en charge par un comité d'organisation scientifique international, un comité consultatif national et un comité d'organisation local.

10. Les frais de voyage et d'hébergement et les autres dépenses des participants de pays en développement ont été pris en charge sur des fonds de l'ONU, de la NASA, de l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale, du comité international sur les GNSS, du Centre de recherche sur l'environnement spatial de l'Université de Kyushu, de l'Université d'Helwan et du Centre d'étude de la météorologie spatiale de l'Égypte. Au total, 120 spécialistes de l'Initiative ont participé à l'Atelier.

11. Les 29 États Membres ci-après étaient représentés à l'Atelier: Autriche, Brésil, Bulgarie, Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Égypte, États-Unis d'Amérique, Éthiopie, France, Inde, Indonésie, Italie, Japon, Kenya, Malaisie, Mozambique, Niger, Nigéria, Pérou, Philippines, République de Corée, République-unie de Tanzanie, Sénégal, Slovaquie, Soudan, Suisse, Turquie et Viet Nam.

12. Les coordonnateurs nationaux et régionaux désignés de l'Initiative figurent à l'annexe I du présent document. L'annexe II renferme un tableau sommaire indiquant le type et le nombre d'instruments de l'Initiative ventilés par pays ou région.

II. Résumé des présentations

A. Réseaux d'instruments opérationnels de l'Initiative internationale sur la météorologie spatiale

1. African Global Positioning System Receivers for Equatorial Electrodynamic Studies

13. Il a été rappelé que le déploiement du réseau d'instruments African Global Positioning System Receivers for Equatorial Electrodynamic Studies (AGREES) avait les objectifs suivants:

a) comprendre la structure unique de l'ionosphère équatoriale décrite à partir des données d'observation satellitaires sur l'Afrique, lesquelles n'ont pas été confirmées, validées ni étudiées en profondeur au moyen d'observations recueillies au sol, faute d'instruments appropriés dans la région;

b) étudier et comprendre les processus régissant l'électrodynamique et la formation et la diminution du plasma dans les latitudes basses et moyennes en fonction du temps local, de la saison, et de l'activité magnétique;

c) estimer la contribution des irrégularités ionosphériques et plasmasphériques et leur impact sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) et les systèmes de communications en Afrique, où la dégradation marquée du signal (scintillation) constitue un problème important.

2. Réseau GPS bifréquence pour l'Afrique

14. Il a été fait remarquer que le système mondial de localisation (GPS) est constitué d'au moins 24 satellites en orbite autour de la Terre, à environ 20 000 kilomètres d'altitude. Chaque satellite transmet des signaux radio aux récepteurs GPS. En déterminant la vitesse de transmission de ces signaux, on calcule la distance entre le satellite et le récepteur GPS sur Terre pour établir la position exacte de ce dernier. Des erreurs se glissent dans le calcul de la distance entre le satellite et le récepteur GPS lorsque le signal traverse l'ionosphère et la troposphère. L'analyse de ces erreurs permet d'établir des paramètres géophysiques tels que le contenu électronique total dans l'ionosphère ou la distribution de l'eau atmosphérique dans la troposphère. Le Réseau GPS bifréquence pour l'Afrique (GPS-Africa) est constitué de différents réseaux de récepteurs GPS: l'International GPS Service (IGS), l'Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine (AMMA), le Réseau d'aide à la décision par cartographie des scintillations (SCINDA) et AGREES.

3. Enseignement et recherche en Afrique - méridien champ-B

15. Il a été fait observer que le réseau d'instruments AMBER (Enseignement et recherche en Afrique - méridien champ-B) a été déployé pour: a) suivre l'électrodynamique qui régit le mouvement du plasma dans les latitudes basses et moyennes en fonction du temps local, de la saison et de l'activité magnétique; b) comprendre la force des pulsations à ultra-basses fréquences dans les latitudes basses et moyennes et sa relation avec les électrojets équatoriaux et l'indice des électrojets auroraux; et c) étayer les études sur les effets des ondes Pc5 d'ultra-

basses fréquences sur la population d'électrons à MeV dans les ceintures de radiation de Van Allen.

16. Par ailleurs, afin que la plus grande superficie terrestre exclue de la zone de couverture magnétométrique mondiale soit balayée, le réseau AMBER aborde deux aspects fondamentaux de la physique cosmique: a) les processus régissant l'électrodynamique de l'ionosphère équatoriale en fonction de la latitude (ou le paramètre de McIlwain L), du temps local, de la longitude, de l'activité magnétique et de la saison; et b) la force des pulsations à ultra-basses fréquences et sa relation avec la force des électrojets équatoriaux dans les latitudes basses et moyennes.

17. Les observations spatiales ont fait ressortir des structures ionosphériques équatoriales uniques en Afrique, bien qu'elles n'aient pas été confirmées par des observations terrestres, faute d'instruments dans la région. Le réseau de magnétomètres AMBER, en partenariat avec les réseaux de récepteurs GPS (GPS-Africa, SCINDA et Récepteur ionosphérique cohérent Doppler-CIDR), permettra de comprendre l'électrodynamique qui régit les mouvements dans l'ionosphère équatoriale.

4. Atmospheric Weather Electromagnetic System for Observation Modeling and Education et détecteur des perturbations ionosphériques brusques

18. Il a été rappelé que le système AWESOME (Atmospheric Weather Electromagnetic System for Observation Modeling and Education) et les réseaux d'instruments de détection des perturbations ionosphériques brusques consistent en des récepteurs qui enregistrent des signaux radio d'extrêmement basses et de très basses fréquences (entre 300 Hz et 50 kHz). Le suivi de la force de ces signaux sert d'outil diagnostique pour l'étude de la ionosphère, car la propagation des signaux radio entre l'émetteur et le récepteur est tributaire des conditions dans la basse ionosphère.

19. Les instruments AWESOME enregistrent un certain nombre de signaux radio transmis par des stations monofréquence ainsi que des signaux radio naturels à large bande, par exemple les signaux transmis par la foudre et les interactions ondes-particules dans la magnétosphère terrestre. AWESOME surveille l'amplitude et la phase des signaux de très basses fréquences émis avec une résolution temporelle de 50 Hz et est adapté à l'ensemble du spectre des fréquences radioélectriques entre 300 Hz et 50 kHz pour détecter les signaux naturels comme ceux qui proviennent de parasites atmosphériques, d'interférences magnétosphériques, de chœurs et de sifflements. Les instruments de détection des perturbations ionosphériques brusques constituent une version simplifiée des instruments AWESOME utilisée à des fins pédagogiques et enregistrent principalement les signaux de très basses fréquences ayant une résolution temporelle de 0,2 Hz transmis par des stations monofréquence.

5. Instrument astronomique basse fréquence économique pour la spectroscopie et l'observation mobile

20. Il a été noté que l'Instrument astronomique basse fréquence économique pour la spectroscopie et l'observation mobile (CALLISTO) est un récepteur hétérodyne. Il fonctionne à une fréquence se situant entre 45 et 870 MHz au moyen de syntoniseurs de télévision par câble modernes, offerts sur le marché, ayant une résolution en fréquence de 62,5 kHz. Les données enregistrées par le réseau

CALLISTO sont des fichiers FITS (flexible image transport system) renfermant un maximum de 400 fréquences par balayage. Les données sont transférées à un ordinateur au moyen d'un câble R232 et sont sauvegardées localement. La résolution temporelle est de l'ordre de 0,25 seconde, selon le nombre de canaux. Le temps d'intégration est de 1 milliseconde et la bande passante radiométrique, d'environ 300 kHz. La gamme dynamique globale excède 50 décibels.

6. Réseau d'imagerie continue H-alpha

21. Il a été relevé que, pour comprendre et prévoir le climat spatial, il est essentiel d'observer les phénomènes d'éruption sur la surface du Soleil qui sont des conditions limites initiales de tous les processus. Le Réseau d'imagerie continue H-alpha (CHAIN) est un réseau d'observation des éruptions solaires reposant sur des télescopes terrestres.

7. Récepteur ionosphérique cohérent Doppler

22. Il a été rappelé que le réseau du Récepteur ionosphérique cohérent Doppler (CIDR) est constitué de récepteurs radio ultra-hautes fréquences/très hautes fréquences, d'un ordinateur pilote et de deux antennes (une pour le système CIDR et une pour le GPS). Les données du système CIDR sont utilisées pour la reconstruction tomographique de l'ionosphère le long de la trace du satellite. Selon le nombre d'installations terrestres (qui sont au moins trois) et si la ligne de base est courte, la tomographie peut faire ressortir la structure à grande échelle de l'ionosphère, les structures moyennes telles que les panaches et les bancs et les structures très fines. De plus, les données du système CIDR sont entrées dans les modèles d'assimilation des données pour la reconstruction de l'ionosphère à l'échelle mondiale ou locale.

8. Réseau mondial de détecteurs de muons

23. Il a été noté que le Réseau mondial de détecteurs de muons (GMDN) était constitué de télescopes à muons multidirectionnels répartis entre trois continents, qui offrent un éventail mondial de vues télescopiques asymptotiques. Par exemple, les données du système GMDN ont permis d'observer un rayon cosmique qui annonçait la tempête magnétique survenue en décembre 2006.

9. Système d'acquisition de données magnétiques

24. Il a été fait remarquer que le Système d'acquisition de données magnétiques (MAGDAS) a été déployé pour la réalisation d'études sur la météorologie spatiale durant la période 2005-2008; ce projet avait des éléments communs avec l'Initiative des Nations Unies sur les sciences spatiales fondamentales et l'Année héliophysique internationale. Le système MAGDAS a été utilisé dans le cadre de l'étude de la dynamique des modifications du plasma dans l'environnement spatial proche de la Terre au cours d'une tempête magnétique ou d'une petite tempête aurorale, de la réponse électromagnétique de l'ionosphère/magnétosphère à diverses modifications du vent solaire et des mécanismes de pénétration et de propagation des perturbations dans la gamme ULF via les processus qui gouvernent les courants ionosphériques de type DP 2, depuis le vent solaire jusqu'à l'ionosphère équatoriale. Ce système a surveillé et modélisé en temps réel le système global de courants tridimensionnel et la densité du plasma ambiant afin de comprendre les modifications de

l'environnement électromagnétique et du plasma dans l'environnement spatial proche de la Terre.

10. Réseau d'imageurs optiques de la mésosphère et de la thermosphère

25. Il a été rappelé que le Réseau d'imageurs optiques de la mésosphère et de la thermosphère (OMTI) observe la partie supérieure de l'atmosphère terrestre en analysant la luminescence nocturne émise par l'oxygène et l'hydroxyle dans la mésopause (à une altitude de 80 à 100 kilomètres) et par l'oxygène dans la thermosphère/ionosphère (à une altitude de 200 à 300 kilomètres). Ce réseau est constitué d'imageurs du ciel total refroidis à dispositif à couplage de charge, de capteurs interférométriques de Fabry-Pérot, de photomètres à balayage suivant un méridien, et de photomètres d'analyse de la température de la luminescence atmosphérique, qui permettent d'obtenir des images bidimensionnelles des perturbations de la haute atmosphère et la mesure Doppler du vent et de la température.

11. Réseau d'observation nocturne distante des régions ionosphériques aux latitudes équatoriales

26. Il a été fait remarquer que les stations du Réseau d'observation nocturne distante des régions ionosphériques aux latitudes équatoriales (RENOIR) ont pour objectif d'améliorer la compréhension de la variabilité dans l'ionosphère nocturne et de ses effets sur les systèmes cruciaux de navigation et de communication par satellite. Ce réseau permet d'étudier le système ionosphère/thermosphère aux latitudes basses et équatoriales, sa réponse aux orages ainsi que les irrégularités susceptibles d'apparaître au jour le jour. Une station RENOIR consiste en ce qui suit: a) un système d'imagerie ionosphérique à grand champ; b) deux capteurs interférométriques de Fabry-Pérot miniatures; c) un récepteur GPS double fréquence; et d) un réseau de cinq instruments de surveillance monofréquence de la scintillation de signaux GPS. Les instruments de surveillance monofréquence permettent de mesurer la dimension, l'orientation et la vitesse des irrégularités. Le récepteur GPS double fréquence mesure le contenu électronique total de l'ionosphère. S'il est disponible, un système d'imagerie plein ciel mesure deux émissions thermosphère/ionosphère distinctes à partir desquelles la structure et le déplacement bidimensionnels peuvent être observés. Ces observations sont utilisées pour le calcul de la densité et de la hauteur de l'ionosphère. Les capteurs interférométriques de Fabry-Pérot miniatures mesurent les vents et les températures des particules thermosphériques neutres. Les deux capteurs sont distants de 300 kilomètres, ce qui permet des mesures bistatiques dans un volume commun. Ces mesures sont utilisées dans l'analyse de la réponse de la thermosphère aux orages ainsi que de la contribution éventuelle des ondes de gravité aux instabilités équatoriales.

12. Réseau très basses fréquences pour l'Atlantique Sud

27. Il a été fait observer que le Réseau très basses fréquences pour l'Atlantique Sud (SAVNET) utilise les propriétés de la propagation des ondes de très basses fréquences entre un émetteur et un récepteur dans le guide d'ondes Terre-ionosphère. Le guide d'ondes est formé par la surface de la Terre, qui est un conducteur électrique, ainsi que la région-D, qui est la partie la plus basse de

l'ionosphère, à une altitude d'environ 70 kilomètres en conditions diurnes, et la région-E à une altitude approximative de 90 kilomètre en conditions nocturnes, en l'absence de radiation solaire. Les caractéristiques des ondes de très basses fréquences (amplitude et vitesse de phase) dans le guide d'ondes sont dans une très large mesure tributaires de sa géométrie, de la conductivité électrique de ses limites, et du champ géomagnétique. Tous les phénomènes susceptibles de modifier les caractéristiques du guide d'ondes influent sur les caractéristiques de la propagation des ondes de très basses fréquences.

28. Le système SAVNET a deux grands objectifs: a) surveiller indirectement à long terme des radiations solaires; et b) fournir un outil diagnostique pour l'étude de l'ionosphère au-dessus de la région de l'anomalie magnétique sud-atlantique durant les périodes de quiescence et de perturbations géomagnétiques. Il a également pour objectifs: c) étudier les propriétés de la région-D de l'ionosphère durant les perturbations passagères telles que les éruptions solaires; d) analyser les sources extrasolaires de perturbations ionosphériques; e) observer les phénomènes atmosphériques à l'origine des perturbations ionosphériques comme les farfadets, les éclairs de rayons gamma terrestres et les processus sismo-électromagnétiques; f) fournir des ensembles de données expérimentales qui entrent dans les codes de calcul de propagation en vue d'obtenir des modèles quotidiens des propriétés des ondes de très basses fréquences sur une trajectoire émetteur-récepteur donnée; et g) étudier les propriétés particulières de l'ionosphère à des latitudes (méridionales) élevées.

29. Le récepteur de la station de base SAVNET comprend deux antennes cadre carrées directionnelles (3 m sur 3 m) et une antenne verticale isotopique (6 m). Les signaux captés sont amplifiés et transmis à une carte audio de conversion analogique-numérique. Les caractéristiques des ondes sont obtenues au moyen d'un code du programme Software Phase and Amplitude Logger.

13. Réseau d'aide à la décision par cartographie des scintillations (SCINDA)

30. Il a été rappelé que le Réseau d'aide à la décision par cartographie des scintillations (SCINDA) est un système d'alerte et de prévision en temps réel d'interruption de communications fondé sur des données. Il aide à spécifier et prévoir la dégradation des communications due à la scintillation ionosphérique dans la région équatoriale. Les perturbations ionosphériques entraînent des fluctuations rapides en phase et en amplitude des signaux satellite observés à la surface ou à proximité de la surface de la Terre; ces fluctuations sont appelées scintillations. Les scintillations naturelles les plus intenses se produisent durant la nuit à moins de 20° de l'équateur magnétique terrestre, qui représente plus du tiers de la surface terrestre. Les scintillations affectent les signaux radio jusqu'à une fréquence de quelques gigahertz et dégradent fortement voire interrompent le fonctionnement de systèmes de navigation et de communication par satellite. Le système SCINDA a été conçu pour fournir aux utilisateurs opérationnels des données régionales et des prévisions en temps réel des scintillations.

14. Réseau de visualisation et d'analyse de l'environnement spatial

31. Il a été relevé que le Réseau de visualisation et d'analyse de l'environnement spatial (SEVAN) est un ensemble de détecteurs de particules situés dans les latitudes moyennes et inférieures. Il vise à améliorer la recherche fondamentale sur les conditions météorologiques spatiales et à fournir des prévisions à court et à long terme des conséquences dangereuses des orages spatiaux. Du fait qu'il détecte les variations des flux de différentes espèces de rayons cosmiques secondaires à diverses altitudes et latitudes, le Réseau est un dispositif intégré puissant utilisé pour analyser les effets de la modulation solaire.

Annexe I

Coordonnateurs nationaux et régionaux de l'Initiative internationale de météorologie spatiale

<i>Pays ou région</i>	<i>Coordonnateur</i>	<i>Affiliation</i>
Afrique du Sud	L.A. MacKinnel	Rhodes University, Grahamstown
Algérie	N. Zaourar	Laboratoire de géophysique de l'Université des sciences et de la Technologie, Alger
Allemagne	M. Danielides	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt in der Helmholtz-Gemeinschaft
Arabie saoudite	H. Basurah	Department of Astronomy, King Abdul Aziz University, Djedda
Argentine	C. Mandrini	Instituto de Astronomía y Física del Espacio, Buenos Aires
Arménie	A. Chilingarian	Division des rayons cosmiques de l'Institut de physique Alikhanyan, Erevan
Australie	B. Fraser	Centre for Space Physics, University of Newcastle
Autriche	R. Nakamura	Institut für Weltraumforschung, Graz
Azerbaïdjan	E.S. Babayev	Observatoire d'astrophysique de Shamakhy, Bakou
Bahreïn	M. Al Othman	Physics Department, University of Bahrain
Belgique	G. Lapenta	Centre des plasmas-astrophysique, Université catholique de Louvain
Bénin	E. Houngninou	Université d'Abomey Calavi, Cotonou
Brésil	A. Dal Lago ^a J.P. Raulin ^b	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sao Paulo ^a Presbyterian Mackenzie University, Sao Paulo ^b
Bulgarie	K. Georgieva	Laboratoire sur les interactions Soleil-Terre, Sofia
Burkina Faso	F. Ouattara	Université de Koudougou, Koudougou
Cameroun	E. Guemene Dountio	Ministère de la recherche scientifique et de l'innovation, Laboratoire de recherche énergétique
Canada	I. Mann	Département de physique, University of Canada, Alberta
Cap-Vert	J. Pimenta Lima	Instituto Nacional de Meteorologica e Geofisica
Chine	W. Jing-Song	Centre national de météorologie spatiale, Administration météorologique chinoise
Congo	B. Dinga	Ministère de la recherche, Groupe de recherches en sciences exactes et naturelles, Brazzaville
Côte d'Ivoire	V. Doumbia	Laboratoire de physique de l'atmosphère, Université de Cocody, Abidjan
Croatie	D. Roša	Observatoire de Zagreb
Danemark	K. Galgaard	Institut Niels Bohr, astrophysique computationnelle, Copenhague

<i>Pays ou région</i>	<i>Coordonnateur</i>	<i>Affiliation</i>
Équateur	E. Lopez	Observatorio Astronómico de Quito, Interior del Parque La Alameda, Quito
Égypte	A. Mahrous	Centre d'étude de la météorologie spatiale, Helwan
Émirats arabes unis	H.M.k. Al-Naimiy	United Arab Emirates University, Sharjah
Espagne	J.R. Pacheco	Universidad de Alcalá
États-Unis	R. Smith	Geophysical Institute, University of Alaska
Éthiopie	B. Damtie	Département de physique, Université Bahir Dar
Fédération de Russie	A. Stepanov ^a G.A Zherebtsov ^b	Observatoire astronomique central de Poulkovo, Saint-Pétersbourg ^a Institut de physique Soleil-Terre, Académie russe des sciences, Division Sibérie, Irkoutsk ^b
Finlande	R. Vainio	Département des sciences physiques, Université d'Helsinki
France	N. Vilmer	Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique, Observatoire de Paris
Géorgie	M.S. Gigolashvili	Observatoire d'Abastumani
Grèce	O. Malandraki	Institut d'astronomie et d'astrophysique, Athènes
Hongrie	K. Kecskemety	Institut de recherche en physique des particules et physique nucléaire, Budapest
Inde	P.K. Manoharan	Tata Institute of Fundamental Research, Radio Astronomy Centre
Indonésie	T. Djamaluddin ^a D. Herdiwijaya ^b	Institut national de l'aéronautique et de l'espace, Bandung ^a Département d'astronomie, Institut Teknologi Bandung, Bandung ^b
Iraq	R. Al-Naimi	Département des sciences atmosphériques, Université de Bagdad
Irlande	P. Gallagher	School of Physics, Trinity College, Dublin
Israël	M. Gedalin	Département de physique, Université Ben-Gurion
Italie	M. Messerotti	Département de physique, Université de Trieste
Japon	T. Obara	Agence japonaise d'exploration aérospatiale
Jordanie	H. Sabat	Institut d'astronomie et de science spatiale, Université Al al-Bayt University, Mafraq
Kazakhstan	N. Makarenko	Institut des mathématiques, Almaty
Kenya	P. Baki	Department of Physics, University of Nairobi, Nairobi
Koweït	I. Sabbah	Department of Physics, Faculty of Science, Kuwait University
Jamahiriya arabe libyenne	A. Qader Abseim	Centre libyen de télédétection et des sciences de l'espace
Liban	R. Haijar	Département de physique et d'astronomie, Université Notre-dame de Louaizé

<i>Pays ou région</i>	<i>Coordonnateur</i>	<i>Affiliation</i>
Malaisie	F. Bin Asillam	Agence nationale de l'espace de la Malaisie, Putrajaya
Maroc	N.-E. Najid	Université Hassan II Ain Chock, Faculté des Sciences Ain Chock, Casablanca
Mongolie	D. Batmunkh	Groupe de recherche en physique solaire, Académie des sciences de la Mongolie
Népal	J. Acharya	Université Sanskrit de Mahendra, campus de Bakeemi, Katmandou
Niger	S. Madougou	Département de physique, Université Abou Moumouni de Niamey
Nigéria	A.B. Rabiou	Department of Physics, Federal University of Technology, Akure, État d'Ondo
Norvège	N. Ostgraard	Département de physique et de technologie, Université de Bergen
Oman	S. Al-Shedhani	Physics Department, College of Science, Sultan Qaboos University, Al-Khoud
Ouzbékistan	S. Egamberdiev	Institut d'astronomie Oulougbeq
Pérou	W. Guevara Day	Université du Pérou
Philippines	R. E.S. Otadoy	Department of Physics, University of San Carlos - Talamban Campus, Nasipit, Talamban, Cebu
Pologne	M. Tomczak	Institut d'astronomie, Université de Wrocław, Wrocław
Portugal	D. Maia	Université de Lisbonne
Puerto Rico	S. Gonzalez	Arecibo University, Arecibo
Qatar	S.S. Bin Jabor Althani	Astronomy Department, Qatar Science Club
République de Corée	Y.D. Park	Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon
République démocratique du Congo	B. Kahindo	Université de Kinshasa, Faculté Polytechnique, Kinshasa
République tchèque	F. Farnik ^a	Institut d'astronomie, Ondřejov ^a
	L. Prech ^b	Département des sciences des surfaces et des plasmas, Faculté des mathématiques et de la physique, Université Charles, Prague ^b
Roumanie	G. Maris	Institut de géodynamique, Bucarest
Rwanda	J. de Dieu Baziruwiha	Institut supérieur pédagogique, Kigali
Sénégal	G. Sissoko	Groupe modélisation et simulation en énergie solaire, Département de physique, Université Cheikh Anta Diop, Dakar
Serbie	I. Vince	Observatoire d'astronomie, Belgrade
Slovaquie	I. Dorotovic	Observatoire central de Slovaquie, Hurbanovo
Suède	H. Lundstedt	Institut suédois de physique spatiale, Lund
Suisse	A. Csillaghy	Université des sciences appliquées, Campus Brugg-Windisch

<i>Pays ou région</i>	<i>Coordonnateur</i>	<i>Affiliation</i>
Thaïlande	B. Soonthornthum ^a	Institut national de l'aéronautique et de l'espace ^a
	D. Ruffolo ^b	Institut Teknologi Bandung ^b
Tunisie	H. Ghalila	Laboratoire LSAMA, Département de physique, Faculté des sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar I
Turquie	A. Ozguc	Observatoire Kandilli et Université E.R.I, Bogazici, Istanbul
Ukraine	O. Litvinenko	Institut de radio-astronomie, NASU
Uruguay	G. Tancredi	Observatorio Astronómico Los Molinos
Viet Nam	H.T. Lan	Département de physique atmosphérique et spatiale, Institut de physique, Ho Chi Minh-Ville
Yémen	A. Haq Sultan	Département de physique, Faculté des sciences, Université de Sanaa
Zambie	N. Mwiinga	Department of Physics, School of Natural Sciences, University of Zambia, Lusaka
Palestine	I. Barghouthi	Department of Physics, Faculty of Science, Al-Quds University, Jérusalem
Taiwan, Province de Chine	C.Z.F. Cheng	Plasma and Space Science Center, Tainan

^a Contact principal.

^b Contact secondaire.

Annexe II

Répartition par pays ou région des instruments de l'Initiative internationale de météorologie spatiale

<i>Pays ou région</i>	<i>Nombre d'instruments</i>	<i>Instrument(s)</i>
Afrique du Sud	20	GPS-Africa (7), MAGDAS (2), MAG-Africa (2), SID (9)
Allemagne	21	CALLISTO (1), SEVAN (1), SID (19)
Algérie	7	AMBER (1), AWESOME (1), CHAIN (1), GPS-Africa (1), MAG-Africa (1), SID (2)
Antarctique	2	AWESOME (1), SID (1)
Arabie saoudite	2	AWESOME (1), SCINDA (1)
Argentine	1	SAVNET (1)
Arménie	1	SEVAN (1)
Australie	14	CALLISTO (2), GMDN (1), MAGDAS (10), OMTI (1)
Autriche	2	AWESOME (1), SID (1)
Azerbaïdjan	3	AWESOME (1), SID (2)
Belgique	1	CALLISTO (1)
Bénin	1	GPS-Africa (1)
Bosnie-Herzégovine	1	SID (1)
Botswana	1	GPS-Africa (1)
Brésil	16	CALLISTO (1), GMDN (1), MAGDAS (2), RENOIR (2), SAVNET (4), SCINDA (3), SID (3)
Bulgarie	3	SEVAN (1), SID (2)
Burkina Faso	3	GPS-Africa (2), SID (1)
Cameroun	2	AMBER (1), SCINDA (1)
Canada	10	MAGDAS (1), OMTI (2), SID (7)
Cap-Vert	1	GPS-Africa (1)
Chili	2	SCINDA (1), SID (1)
Chine	10	SID (9), SEVAN (1)
Chypre	1	AWESOME (1)
Colombie	3	SCINDA (1), SID (2)
Congo	4	SCINDA (1), SID (3)
Costa Rica	2	CALLISTO (1), SEVAN (1)
Côte d'Ivoire	4	MAGDAS (1), MAG-Africa (2), SCINDA (1)
Croatie	2	SEVAN (1), SID (1)
Égypte	7	AWESOME (1), CALLISTO (1), CIDR (1), MAGDAS (2), SID (2)
Émirats arabes unis	1	AWESOME (1)

<i>Pays ou région</i>	<i>Nombre d'instruments</i>	<i>Instrument(s)</i>
Équateur	1	AWESOME (1)
Espagne	1	MAG-Africa (1)
États-Unis d'Amérique	172	AWESOME (2), CALLISTO (1), CIDR (6), MAGDAS (2), OMTI (1), SID (160)
Éthiopie	11	AMBER (1), AWESOME (1), MAGDAS (1), MAG-Africa (1), SCINDA (2), SID (5)
Fédération de Russie	6	CALLISTO (1), MAGDAS (3), OMTI (2)
Fidji	1	AWESOME (1)
Finlande	1	CALLISTO (1)
France	4	SID (4)
Gabon	2	GPS-Africa (2)
Ghana	1	GPS-Africa (1)
Grèce	2	AWESOME (1), SID (1)
Guyane	1	SID (1)
Inde	19	AWESOME (4), CALLISTO (2), MAGDAS (1), SEVAN (1), SID (11)
Indonésie	5	MAGDAS (3), SEVAN (1), SID (1)
Irlande	8	AWESOME (1), CALLISTO (1), SID (6)
Israël	2	AWESOME (1), SEVAN (1)
Italie	32	MAGDAS (1), SID (31)
Jamahiriya arabe libyenne	2	AWESOME (1), SID (1)
Japon	12	CHAIN (1), GMDN (1), MAGDAS (6), OMTI (4)
Jordanie	1	AWESOME (1)
Kenya	6	GPS-Africa (1), MAGDAS (1), SCINDA (1), SID (3)
Koweït	1	GMDN (1)
Liban	6	SID (6)
Madagascar	1	MAG-Africa (1)
Malaisie	3	AWESOME (1), MAGDAS (1), OMTI (1)
Mali	4	GPS-Africa (2), MAG-Africa (2)
Maroc	2	AWESOME (1), GPS-Africa (1)
Maurice	1	CALLISTO (1)
Mexique	5	CALLISTO (1), SID (4)
Micronésie, États fédérés de	1	MAGDAS (1)
Mongolie	12	AWESOME (1), CALLISTO (1), SID (10)
Mozambique	3	GPS-Africa (1), MAGDAS (1), SID (1)
Namibie	4	AMBER (1), GPS-Africa (1), MAG-Africa (1), SID (1)
Niger	1	GPS-Africa (1)

<i>Pays ou région</i>	<i>Nombre d'instruments</i>	<i>Instrument(s)</i>
Nigéria	32	AMBER (1), MAGDAS (3), SCINDA (2), SID (26)
Norvège	1	OMTI (1)
Nouvelle-Zélande	3	SID (3)
Ouganda	3	GPS-Africa (1), SID (2)
Ouzbékistan	2	AWESOME (1), SID (1)
Pays-Bas	1	SID (1)
Pérou	8	AWESOME (1), CHAIN (1), CIDR (1), MAGDAS (1), SAVNET (3), SCINDA (1)
Philippines	7	MAGDAS (6), SCINDA (1)
Pologne	1	AWESOME (1)
Portugal	1	SID (1)
République centrafricaine	1	MAG-Africa (1)
République de Corée	2	SID (1), CALLISTO (1)
République démocratique du Congo	2	SID (2)
République tchèque	2	CALLISTO (1), SID (1)
République-Unie de Tanzanie	2	GPS-Africa (1), MAGDAS (1)
Roumanie	2	SID (2)
Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	8	MAG-Africa (1), SID (7)
Sao Tomé-et-Principe	1	GPS-Africa (1)
Sénégal	3	GPS-Africa (1), MAG-Africa (1), SID (1)
Serbie	2	AWESOME (1), SID (1)
Slovaquie	2	SEVAN (1), SID (1)
Sri Lanka	1	SID (1)
Soudan	1	MAGDAS (1)
Suisse	4	CALLISTO (3), SID (1)
Thaïlande	4	OMTI (1), SID (3)
Tunisie	4	AWESOME (1), SID (3)
Turquie	3	AWESOME (1), SID (2)
Uruguay	3	SID (3)
Viet Nam	2	AWESOME (1), MAGDAS (1)
Zambie	4	GPS-Africa (1), MAGDAS (1), SID (2)
Taiwan, Province de Chine	1	MAGDAS (1)