



Assemblée générale

Distr.: Générale
3 décembre 2002

Français
Original: Anglais

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

Rapport du onzième Atelier Organisation des Nations Unies/Agence spatiale européenne sur les sciences spatiales fondamentales: l'observatoire spatial mondial et les observatoires virtuels à l'ère des télescopes de 10 mètres

(Córdoba, Argentine, 9-13 septembre 2002)

Table des matières

<i>Chapitre</i>	<i>Paragraphes</i>	<i>Page</i>
I. Introduction	1-12	3
A. Historique et objectifs	1-7	3
B. Programme	8-9	4
C. Participants	10-12	5
II. Observations et recommandations	13	5
III. Résumé des communications	14-32	8
A. Accès à la littérature astronomique ancienne et actuelle par le biais du Système de données astrophysiques de la NASA	14	8
B. Retombées scientifiques du télescope spatial Hubble	15	9
C. État d'avancement du projet Pierre Auger en Argentine	16	9
D. Observation des muons des rayons cosmiques à l'Observatoire spatial austral du Brésil	17	10
E. De la consultation d'archives à la création d'observatoires virtuels d'astrophysique	18	10
F. L'astrométrie et les observatoires virtuels	19	11
G. Archives, bases de données et développement des observatoires virtuels	20	11
H. Coordination des observateurs d'objets proches de la Terre en Amérique du Sud	21	11



I.	Observation, en Uruguay, des objets proches de la Terre dans l'hémisphère Sud	22	12
J.	Photométrie de l'étoile KZ Hya au moyen du dispositif à couplage de charges du télescope de 45 centimètres au Paraguay.....	23	13
K.	Activités réalisées avec le télescope à réflecteur de 45 centimètres de l'Observatoire de Bosscha (Indonésie)	24	13
L.	Observation à l'Observatoire astronomique centraméricain de Suyapa (Honduras).....	25	14
M.	État d'avancement des travaux de l'Observatoire mexicain Carl Sagan	26	14
N.	Modèles chromosphériques pour les étoiles de type solaire	27	14
O.	Phénomènes énergétiques du Soleil	28	15
P.	Réserves d'hélicité magnétique des régions actives du Soleil	29	15
Q.	Une nouvelle technique de surveillance de l'ionosphère fondée sur les observations des satellites du système mondial de localisation	30	15
R.	Mécanique statistique non extensive et thermodynamique	31	16
S.	Observatoire spatial mondial: état d'avancement des travaux	32	16
IV.	Répartition régionale des demandes d'informations concernant les conclusions des ateliers ONU/ESA sur les sciences spatiales fondamentales en 2002	33	17
Tableau	Répartition des demandes d'informations concernant les conclusions des ateliers ONU/ESA sur les sciences spatiales fondamentales, par région, en 2002		18

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) et la Déclaration de Vienne sur l'espace et le développement humain ont 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, en insistant sur le développement des connaissances et des compétences dans les pays en développement¹.

2. À sa quarante-quatrième session, en 2001, 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 proposé pour 2002². Par la suite, l'Assemblée générale, dans sa résolution 56/51 du 10 décembre 2001 a, à son tour, approuvé les activités du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales pour 2002.

3. En application de la résolution 56/51 et conformément aux recommandations d'UNISPACE III, le onzième atelier Organisation des Nations Unies/Agence spatiale européenne (ESA) sur les sciences spatiales fondamentales: l'observatoire spatial mondial et les observatoires virtuels à l'ère des télescopes de 10 mètres, organisé par l'ONU, l'ESA et le Gouvernement argentin, s'est déroulé, du 9 au 13 septembre 2002, à Córdoba au Centre spatial Teófilo Tabanera, qui relève de la Commission nationale argentine des activités spatiales (CONAE). La CONAE a accueilli cet atelier au nom du Gouvernement argentin.

4. Cet atelier était le dernier d'une série d'ateliers ONU/ESA consacrés aux sciences spatiales fondamentales et organisés à l'intention des pays en développement, qui se sont tenus respectivement en Inde (1991) et au Sri Lanka (1996) pour l'Asie et le Pacifique (voir A/AC.105/489 et 640); au Costa Rica (1992) et au Honduras (1997) pour l'Amérique centrale (voir A/AC.105/530 et 682); en Colombie (1992) pour l'Amérique du Sud (voir A/AC.105/530); au Nigeria (1993) et à Maurice (2001) pour l'Afrique (voir A/AC.105/560/Add.1 et 766); en Égypte (1994) et en Jordanie (1999) pour l'Asie occidentale (voir A/AC.105/580 et 723); et en Allemagne (1996) et en France (2000) pour l'Europe (voir A/AC.105/657 et 742). Ces ateliers ont été organisés par le Centre international de physique théorique Abdus Salam, l'Agence aérospatiale allemande (DLR), l'Agence spatiale autrichienne, le Centre national d'études spatiales français, le Comité de la recherche spatiale, l'ESA, l'Institut japonais des sciences spatiales et astronautiques, la National Aeronautics and Space Administration des États-Unis (NASA), l'Observatoire astronomique national japonais (NAO), la Société planétaire, l'Union astronomique internationale et l'ONU.

5. Le onzième atelier avait essentiellement pour objectif de présenter les principaux résultats scientifiques récemment obtenus au moyen des grands observatoires dans l'espace en ce qui concerne l'étude des étoiles et des confins de l'univers. Les missions d'observation par satellite constituent un outil précieux pour étudier tous les aspects des sciences spatiales fondamentales à partir de l'espace et complètent les observations effectuées depuis le sol. La question du grand nombre

de données recueillies par ces missions a été examinée dans la perspective de l'évolution des besoins des milieux scientifiques en matière de recherche, ainsi que des moyens de faciliter l'accès aux bases de données considérables dont disposent les grandes agences spatiales. Les participants ont abordé la question de la recherche et de l'enseignement fondés sur les données recueillies par des missions spatiales, de même que de l'utilité de telles missions pour les pays en développement qui souhaitent participer activement à la découverte de l'univers. L'accès à l'espace au moyen d'un futur observatoire spatial mondial ou d'un autre projet international a été jugé crucial. Les développements escomptés à long terme exigeront une planification avancée et un examen des capacités d'exploitation d'un observatoire de ce type.

6. Le présent rapport a été établi en vue d'être présenté au Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique à sa quarante-sixième session ainsi qu'au Sous-Comité scientifique et technique à sa quarantième session, en 2003.

7. Au cours de l'atelier, le Gouvernement chinois a annoncé que l'Agence spatiale chinoise était disposée à accueillir en son nom, à Beijing du 8 au 12 septembre 2003, le douzième atelier ONU/ESA sur les sciences spatiales fondamentales sur le thème "Sciences spatiales fondamentales et développement au XXI^e siècle: la prochaine étape". Parmi les sujets abordés figuraient a) l'accès aux archives internationales de données et d'images recueillies lors de missions spatiales; b) la préparation de nouveaux projets relatifs aux missions spatiales; c) la mise à profit de la capacité de conception simultanée pour le développement de projets spatiaux internationaux; d) la participation des pays en développement aux grands projets spatiaux internationaux; e) l'évaluation spécifique de l'utilité des ateliers ONU/ESA sur les sciences spatiales fondamentales; et f) l'astrophysique et les sciences spatiales appliquées au système solaire.

B. Programme

8. Lors de la séance d'ouverture, des allocutions liminaires ont été faites par le représentant de la CONAE, de l'université nationale de Córdoba, de l'université nationale de La Plata, de l'ESA et de l'ONU. Le programme comportait une série de débats scientifiques consacrés chacun à une question bien précise. Les communications par les intervenants de pays en développement comme de pays industrialisés invités pour rendre compte de leurs activités de recherche et d'enseignement ont été suivies de brèves discussions. Au total, 60 communications ont été faites. Des présentations par affiches ont donné l'occasion de mettre l'accent sur des problèmes et des travaux spécifiques dans le domaine des sciences spatiales fondamentales.

9. Les débats ont porté sur les questions suivantes: a) observatoires virtuels et réseaux automatisés: comment les exploiter; b) les grands yeux de l'astronomie: voies d'accès à l'évolution; c) l'observatoire spatial mondial; d) les grandes études statistiques aux fins de l'observation et l'exploitation des données recueillies par divers observatoires pour l'étude de certaines régions du ciel; e) les télescopes astronomiques; f) les applications astrophysiques de notions de mécanique statistique non extensive et le Soleil; g) la planétologie et les interactions Soleil-Terre. Les groupes de travail ont porté sur a) les programmes d'enseignement de

l'astronomie et de l'astrophysique, y compris les programmes des centres de formation aux sciences et techniques spatiales affiliés à l'ONU (voir A/AC.105/782, A/AC.105/L.238, A/AC.105/L.239, A/AC.105/L.240 et A/AC.105/L.241); b) l'observatoire spatial mondial; c) les nouvelles perspectives de la physique solaire.

C. Participants

10. L'ONU et l'ESA ont invité des chercheurs et des enseignants de pays en développement et de pays industrialisés de toutes les régions économiques, plus particulièrement d'Amérique latine et des Caraïbes, à participer à l'atelier. Ces personnes venaient des milieux universitaires ou de centres de recherche, d'observatoires, d'agences spatiales nationales ou encore d'organisations internationales, et leurs activités étaient en rapport avec les différents aspects des sciences spatiales fondamentales abordés lors de l'atelier. Elles ont été choisies en fonction de leurs travaux scientifiques et de leur expérience des programmes et des projets dans lesquels les sciences spatiales fondamentales jouent un rôle de premier plan.

11. Les frais de voyage et autres dépenses des participants de pays en développement ont été couverts par des fonds provenant de l'ONU, de l'ESA et de la CONAE. Au total, 75 spécialistes des sciences spatiales fondamentales ont participé à l'atelier.

12. Les 24 États Membres ci-après étaient représentés: Afrique du Sud, Allemagne, Arabie saoudite, Argentine, Autriche, Bolivie, Brésil, Canada, Chili, Chine, Colombie, Cuba, Espagne, États-Unis d'Amérique, Honduras, Indonésie, Japon, Luxembourg, Mexique, Paraguay, Pérou, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Trinité-et-Tobago et Uruguay.

II. Observations et recommandations

13. Les participants:

a) Ont recommandé de multiplier les possibilités de coopération au sein d'une même région géographique et de les afficher sur un site Web de façon à toucher un plus large public. Ils se sont félicités des efforts déployés par le Bureau des affaires spatiales du Secrétariat pour diffuser ces informations (voir le tableau figurant à la section IV). Ils ont estimé qu'il pourrait être utile de créer un site Web où serait assurée la coordination en matière de sciences spatiales fondamentales;

b) Ont accueilli avec satisfaction l'offre de l'université de Sonora (Mexique) d'héberger et de tenir à jour un tel site par l'intermédiaire de l'observatoire Carl Sagan. Ils ont invité les instituts régionaux soucieux de contribuer au resserrement des liens de coopération au niveau régional à communiquer des informations pour ce site, qui sera accessible à l'adresse suivante: <http://cosmos.astro.uson.mx>;

c) Ont réitéré les recommandations formulées lors de précédents ateliers et tendant à ce que la formation des enseignants, la vulgarisation et la sensibilisation du public fassent partie intégrante de la structure d'appui indispensable aux fins

d'un développement accéléré et durable, sans lequel il était impossible de participer aux activités dans le domaine des sciences spatiales fondamentales;

d) Ont constaté la grande utilité des planétariums itinérants – rendus possibles par le fait que leur coût a été réduit et que le progrès technologique en a facilité la fabrication – grâce auxquels les sciences fondamentales étaient mises à la portée des établissements scolaires et des enseignants dans des régions normalement inaccessibles afin de mieux sensibiliser aux sciences spatiales fondamentales;

e) Ont estimé que, si les pays en développement ne participaient ni ne contribuaient actuellement à la mise en place d'observatoires virtuels, c'était parce qu'ils ne disposaient que d'un accès limité, via Internet, aux réseaux de données électroniques. Pourtant, l'existence à l'avenir de tels observatoires favoriserait grandement le progrès des sciences spatiales fondamentales dans ces pays. Les observatoires virtuels sont un outil important au service du développement accéléré et durable des sciences spatiales fondamentales et encourageront la collaboration entre chercheurs des régions en développement et chercheurs des pays industrialisés (voir le site <http://archive.esa.org/avo>);

f) Ont réaffirmé que la bande passante requise pour une participation active aux sciences spatiales constituait non seulement une forte incitation à la collaboration scientifique mais aussi un outil important pour le développement socio-économique des pays en développement. Cela contribuerait grandement au renforcement des capacités en matière de participation à la "société des communications";

g) Ont constaté l'importance du système de données astrophysiques (ADS) pour le développement des sciences spatiales fondamentales dans les pays en développement (le site Web de l'ADS est accessible à l'adresse suivante: <http://adswwww.harvard.edu/>);

h) Ont recommandé qu'on puisse continuer à accéder aux données ADS par courrier électronique, ce qui permettait à l'heure actuelle aux chercheurs de pays en développement, même en l'absence de bande passante ouvrant un accès interactif, de tirer parti du système qui avait fait la preuve de son utilité pour les chercheurs du monde entier;

i) Ont noté que les archives de données traitées que les grandes agences spatiales et les observatoires mettaient à la disposition des chercheurs avaient déjà grandement contribué à accroître la participation de scientifiques de pays en développement aux sciences spatiales fondamentales de premier plan et favorisé beaucoup la coopération;

j) Ont félicité le Comité pour la mise en place de l'observatoire spatial mondial des efforts qu'il avait réalisés et des progrès qu'il avait accomplis concernant la région UV du spectre électromagnétique;

k) Ont considéré que la structure opérationnelle scientifique définie pour l'observatoire spatial mondial pour la région UV du spectre électromagnétique contribuait fortement à accroître la contribution des sciences spatiales fondamentales au développement durable. La coordination, dans les divers pays en développement, des activités liées à cet observatoire dans divers domaines scientifiques et techniques stimulait fortement l'enseignement supérieur et sensibiliserait davantage les pays en développement à l'utilité des sciences spatiales

fondamentales. Elle permettrait d'établir des partenariats équitables en matière de partage des ressources entre chercheurs de tous les pays (le site Web du projet est accessible à l'adresse suivante: <http://wso.vilspa.esa.es>);

l) Ont constaté l'importance des activités régionales concertées indiquées ci-après – et ont recommandé que celles-ci soient étoffées – aux fins de l'application d'importants progrès scientifiques en rapport avec les télescopes de petite taille:

i) Le programme latino-américain d'astrométrie (le site Web du programme est accessible à l'adresse suivante: <http://www.astro.iag.usp.br/~adelabr/>);

ii) La coordination des activités d'observation et de surveillance des objets se trouvant dans l'espace proche de la Terre ainsi que des corps célestes de petites dimensions dans le système solaire effectuées par la Spaceguard Foundation pour l'Amérique du Sud à l'aide de télescopes de petite taille;

iii) La mise en place dans les pays en développement de télescopes de petite taille, qui contribue au développement des sciences et techniques spatiales. Elle stimule également la réflexion et le transfert des connaissances dans ce domaine entre pays en développement et pays industrialisés;

iv) Le système d'information sur l'environnement et les sciences de la Terre du système mondial de localisation (GPS) (<http://www-genesis.jpl.nasa.gov/html/index.html>);

m) Ont reconnu que la modernisation du réseau d'interférométrie à très longue base mondial et l'incorporation de nouveaux radiotélescopes, comme l'antenne de Sicaya, pouvaient être très utiles et permettre le développement de la collaboration technique et scientifique. Une approche régionale stimulerait aussi les sciences spatiales fondamentales dans les divers pays;

n) Ont pris note avec satisfaction des nombreux résultats présentés dans le domaine des sciences spatiales fondamentales, dans lequel la collaboration intellectuelle, sur un pied de totale égalité, entre pays en développement et pays industrialisés était devenue une réalité;

o) Ont reconnu qu'il importait que de petits pays en développement puissent participer à un stade précoce à l'exécution du projet d'observatoire spatial mondial dans la gamme de l'ultraviolet, ainsi que la collaboration régionale ou les collaborations bilatérales, qui offrent dans le domaine des sciences spatiales fondamentales de remarquables possibilités;

p) Ont félicité les pays qui participaient au projet Pierre Auger, qui connaît un grand succès, d'apporter cette importante contribution aux sciences spatiales fondamentales. Ce projet stimulait, de façon très efficace, la collaboration technologique et scientifique entre les pays en développement et leurs partenaires industrialisés. Les premiers résultats faisaient apparaître la grande importance d'une collaboration de ce type (le site Web du projet est accessible à l'adresse suivante: <http://www.auger.org.ar>);

q) Ont reconnu que l'action menée par le Bureau des affaires spatiales concernant les trois volets pour le développement des sciences spatiales fondamentales, à savoir les télescopes astronomiques (offerts par l'Observatoire astronomique national du Japon à des institutions de pays en développement), le

matériel de recherche et d'enseignement en astrophysique (de l'American Association of Variable Star Observers), et le matériel pédagogique pour des cours d'astrophysique (Université du Maryland aux États-Unis) continuait d'apporter un précieux appui aux spécialistes des sciences spatiales fondamentales des pays en développement;

r) Ont pris note avec satisfaction des résultats scientifiques et diplômes obtenus grâce à la série d'ateliers consacrés aux sciences spatiales fondamentales:

i) Première maîtrise décernée par l'Observatoire astronomique centraméricain de Suyapa de l'Université nationale autonome du Honduras,

ii) Courbes de lumière et résultats obtenus grâce au petit télescope astronomique situé à l'Université nationale d'Asunción, au Paraguay,

iii) Découvertes d'astéroïdes et de comètes à l'Observatoire astronomique Los Molinos, en Uruguay, et

iv) Courbes de lumière et variation de période de V645 Her observées à l'Universidad Nacional Mayor de San Marcos au Pérou.

s) Ont reconnu l'importance de la numérisation des anciennes données photographiques qui, bien que de faible résolution, sont uniques et irremplaçables, en particulier de la numérisation de la "Carte du Ciel", qui préserverait ces données et les rendrait plus facilement accessibles par la communauté scientifique mondiale;

t) Ont reconnu l'importance des facilités de conception simultanée des grandes agences spatiales qui doivent être utilisées en collaboration avec les pays en développement et faciliter la participation de ces derniers dès les premières phases de conception des missions spatiales;

u) Ont reconnu l'intérêt des centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales (affiliés à l'Organisation des Nations Unies) existants et recommandé la création de tels centres dans les régions qui n'en étaient pas encore dotées;

v) Ont reconnu l'importance et l'intérêt pour l'enseignement au niveau professionnel dans les pays en développement des ateliers du Comité de la recherche spatiale (COSPAR) sur les sciences spatiales fondamentales. L'incorporation de ces ateliers aux activités d'appui du Conseil international des unions scientifiques témoigne de l'intérêt des sciences spatiales fondamentales pour les pays en développement et de l'importance de l'action menée par le COSPAR dans ce domaine.

III. Résumé des communications

A. Accès à la littérature astronomique ancienne et actuelle par le biais du Système de données astrophysiques de la NASA

14. Le Système de données astrophysiques (ADS) de la NASA est le système de prédilection des astronomes du monde entier pour rechercher des données. Sa base de données consultable contient plus de 2,5 millions d'entrées. En outre, il rassemble quelque deux millions de pages numérisées extraites d'environ 270 000

articles, dont les plus anciens remontent à 1829. Plus de 10 000 personnes réparties dans près d'une centaine de pays différents s'en servent régulièrement. Chaque mois, celles-ci envoient près d'un million de requêtes – réparties à parts à peu près égales des États-Unis, d'Europe et des autres régions du monde –, reçoivent 30 millions de réponses et 1,2 million de pages d'article numérisées. Pour améliorer l'accès des différentes régions du monde, le Système est dupliqué sur neuf sites miroirs en Allemagne, au Brésil, au Chili, en Chine, en Fédération de Russie, en France, en Inde, au Japon et au Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord. La mise à jour de ces sites miroirs est facilitée par l'exécution de procédures automatiques par réseau. Les utilisateurs dont les connexions à Internet sont trop lentes ou trop peu fiables pour leur permettre de naviguer sur le Web peuvent accéder au système de recherche et aux articles numérisés par courrier électronique. Un système autonome actualisable par vidéodisque numérique (DVD) est en cours d'élaboration et permettra d'accéder aux fonctionnalités de l'ADS à partir de sites qui ne sont pas reliés à Internet. Compte tenu des capacités actuelles des disques durs, un système ADS complet peut tenir sur un grand DVD.

B. Retombées scientifiques du télescope spatial Hubble

15. Le télescope spatial Hubble est la vedette de la flottille spatiale de plus en plus nombreuse de télescopes astronomiques modernes. Sa puissance exceptionnelle tient au fait qu'il permet d'obtenir des images extrêmement précises, en couvrant des champs angulaires relativement larges, qu'il a une gamme dynamique étendue, pour un bruit de fond faible, et que sa sensibilité aux longueurs d'onde va de l'ultraviolet extrême au proche infrarouge. Il a surtout permis de vérifier facilement de façon objective un grand nombre d'hypothèses, mais également d'examiner en détail la complexité et la diversité inimaginables de l'univers, et de contempler sa stupéfiante beauté. Il a fourni de nombreux résultats surprenants et suscité de nouvelles questions. Chaque nouvel instrument mis en place par les astronautes lors des missions d'entretien décuple ses capacités. Les principaux résultats qu'il a permis d'obtenir à ce jour et les principales découvertes attendues au cours des 10 prochaines années de son existence ont été présentés.

C. État d'avancement du projet Pierre Auger en Argentine

16. Le projet Pierre Auger concerne la construction, dans les hémisphères nord et sud, de deux observatoires destinés à l'étude des rayons cosmiques de très haute énergie. La construction de l'observatoire austral a débuté en 2000. Dès 1995, 200 chercheurs et techniciens représentant les institutions de 16 pays s'étaient réunis pour collaborer à ce projet de sciences spatiales fondamentales, qui vise à étudier les plus puissantes énergies connues dans l'univers (10^{20} eV), à savoir celles des rayons cosmiques. L'intensité du flux de ces rayons cosmiques qui parviennent sur la Terre est cependant très faible. C'est la raison pour laquelle on a entrepris de construire un observatoire géant couvrant une zone de 3 000 km² dans la région de Malargüe et San Rafael, dans la Province de Mendoza, en Argentine. L'autre caractéristique particulière de cet observatoire, hormis ses dimensions exceptionnelles, tient à sa nature hybride. Constitué de 24 télescopes à fluorescence et de 1 600 détecteurs de surface, il permettra de détecter un grand nombre

d'événements avec moins d'incertitudes systématiques. La construction de l'observatoire est bien avancée et les bâtiments de la station centrale de Malargüe sont déjà opérationnels, de même que les bâtiments des télescopes situés à Cerros Los Leones et Coihueco (Argentine), ainsi que deux télescopes, 32 détecteurs de surface et les systèmes de télécommunication et d'acquisition de données. Sur le plan scientifique, le résultat le plus marquant a été la détection d'un événement hybride (un rayon cosmique détecté à la fois par télescope et par des détecteurs de surface), en janvier 2002, qui a confirmé que le matériel fonctionnait conformément aux prévisions. Vingt événements hybrides, d'une énergie généralement inférieure à 10^{19} eV, sont détectés chaque mois.

D. Observation des muons des rayons cosmiques à l'Observatoire spatial austral du Brésil

17. Dans le cadre d'un accord de coopération scientifique entre le Brésil et le Japon, un prototype de détecteur des muons de rayons cosmiques fonctionne depuis mars 2001 à l'Observatoire spatial austral de São Martinho da Serra (29° S, 53° O), au Brésil, pour l'observation des rayons cosmiques qui précèdent les orages géomagnétiques. Ce détecteur, dont il est prévu d'accroître les dimensions, joue un rôle essentiel dans le prototype de réseau d'observation des muons, qui comporte deux autres détecteurs plus importants en Australie et au Japon et qui couvrira bientôt l'ensemble de la planète. Le réseau a déjà permis de détecter des rayons cosmiques annonçant plusieurs tempêtes magnétiques. L'Observatoire spatial austral a également observé des effets Forbush ainsi que l'anisotropie accrue du rayonnement cosmique qui précèdent le début des orages géomagnétiques. Le réseau et certains des résultats obtenus depuis la mise en place du prototype de détecteur ont été présentés.

E. De la consultation d'archives à la création d'observatoires virtuels d'astrophysique

18. Compte tenu du coût des installations astronomiques modernes d'observation, il est évident qu'il convient d'exploiter les données au mieux pour rentabiliser les investissements réalisés. Ce raisonnement, appliqué pour la première fois à grande échelle avec le télescope spatial Hubble, a été repris depuis pour d'autres télescopes spatiaux et grands télescopes au sol. Les archives scientifiques européennes qui se trouvent à l'Observatoire austral européen (ESO), d'abord alimentées par le télescope spatial Hubble, comportent désormais également des données provenant des télescopes et instruments de cet observatoire, en particulier du très grand télescope et de l'imageur grand angulaire. Il était donc naturel de les concevoir de façon à ce que des requêtes puissent être lancées sur l'ensemble de leur contenu, indépendamment de la provenance des données. C'est ainsi qu'on a commencé à s'orienter vers la création d'un observatoire virtuel. Le programme ASTROVIRTEL, lancé en 1999-2000 avec des fonds de la Commission européenne, permet à des scientifiques d'effectuer des recherches dans ces bases de données. Il a en même temps permis de définir des critères scientifiques pour effectuer des requêtes croisées dans des archives, ainsi que les moyens nécessaires à la mise en place d'observatoires virtuels. La Commission européenne a récemment décidé de

financer la mise en place, en collaboration étroite avec l'Observatoire virtuel national des États-Unis, d'un observatoire virtuel d'astrophysique, auquel participeront plusieurs observatoires et organisations scientifiques européennes.

F. L'astrométrie et les observatoires virtuels

19. Les observatoires virtuels apporteront beaucoup à la plupart des projets en cours et à venir dans le domaine de l'astrométrie, notamment en ce qui concerne les étoiles doubles et les systèmes multiples, la détection des mouvements propres, le repérage des étoiles perdues à fort mouvement propre, le recensement détaillé des étoiles composant des amas ouverts, ainsi que le suivi des satellites naturels, des planètes et des comètes mineures. Toutefois, pour cela, il faut que l'on dispose à l'avance d'un volume considérable de données astrométriques de qualité, et il a été montré que l'astrométrie actuelle était prête à relever ces nouveaux défis.

G. Archives, bases de données et développement des observatoires virtuels

20. Par le passé, la découverte de tout objet devait être confirmée par des observations optiques. On publiait des catalogues, tel le catalogue Parkes des sources radio, sur lesquels des vignettes permettaient aux lecteurs de voir ce qui venait d'être découvert. Cela arrive encore, mais le nombre de catalogues publiés est aujourd'hui moins important. Il y a désormais surabondance d'informations: les instruments sont plus efficaces, les détecteurs plus grands, on couvre maintenant de multiples longueurs d'onde, les installations au sol et dans l'espace se multiplient, et les progrès de l'informatique permettent désormais d'exploiter des données indépendamment du lieu où elles sont stockées. Il est de plus en plus nécessaire de pouvoir observer des phénomènes dans plusieurs longueurs d'onde pour en comprendre les causes physiques. Parallèlement, compte tenu du volume des archives, officielles ou non, qui sont disponibles, on se rend compte qu'il est particulièrement difficile d'extraire des informations utiles de bases dont les données se comptent par pétaoctets. On a donc défini des normes, et des informaticiens et des astronomes collaborent actuellement à la mise en place d'une infrastructure qui permettra de disposer d'un observatoire virtuel: un lieu qui rassemble dans le cyberspace des données prêtes à être analysées. Aux États-Unis, la Fondation nationale pour la science et la NASA financent des initiatives qui concourent à la mise en place de cette entité.

H. Coordination des observateurs d'objets proches de la Terre en Amérique du Sud

21. À l'heure actuelle, l'étude des objets proches de la Terre se concentre dans l'hémisphère Nord. Aucun des six programmes d'observation existants ne peut atteindre une déclinaison inférieure à -30° , mais deux petits programmes d'observation vont bientôt être lancés dans l'hémisphère Sud: l'un est issu du programme d'observation du ciel Catalina utilisant le télescope Uppsala Schmidt de Siding Spring, en Australie; l'autre est le projet Búsqueda Uruguay de Supernovas,

Cometas y Asteroides (BUSCA) menée en Uruguay (le site Web du projet BUSCA est accessible à l'adresse suivante: <http://www.fisoca.edu.uy/oalm/busca.html>). De nombreux objets proches de la Terre découverts par des observateurs du nord pourraient atteindre l'hémisphère Sud avec des déclinaisons inaccessibles pour ces observateurs. En outre, on peut retrouver la trace d'un astéroïde à des positions consécutives aussi bien dans l'hémisphère Nord que dans l'hémisphère Sud. Il est donc indispensable de s'appuyer sur un réseau d'observateurs bien équipés dans la région australe si l'on veut recenser la population des objets proches de la Terre. C'est la raison pour laquelle la Planetary Society a déjà accordé des bourses à de nombreux observateurs dans l'hémisphère Sud. Le nombre de chercheurs en sciences planétaires s'est considérablement accru en Amérique du Sud au cours des 10 dernières années. Il existe désormais des groupes de chercheurs connus en Argentine, au Brésil et en Uruguay, qui ont pris de nombreux contacts en organisant des programmes d'échange pour des étudiants de troisième cycle et des réunions conjointes. En particulier, ils ont déjà organisé deux ateliers de travail sur les sciences planétaires en Amérique du Sud (à La Plata, en Argentine, en 1999 et à Montevideo en 2000) qui ont chacun réuni plus de 25 participants. En février 2002, ils ont organisé à Montevideo, à l'intention d'observateurs d'objets proches de la Terre, un atelier de travail auquel ont participé plus de 20 observateurs professionnels et amateurs venus d'Argentine (Observatorio Astronómico Felix Aguilar–Yale Southern Observatory à San Juan et Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas à Mendoza); du Brésil (Observatorio Abraes de Moraes à San Pablo, Observatorio Wykrota à Belo Horizonte et Observatorio Nacional de Rio de Janeiro); du Paraguay (Observatorio Nacional de Asunción et Sociedad de Estudios Astronómicos à Asunción); et d'Uruguay (Departamento de Astronomía de la Facultad de Ciencias, Observatorio Astronómico Los Molinos et Observatorio Kappa Crucis à Montevideo). Cet atelier a permis: a) de constituer l'Association sud-américaine de sauvegarde de l'espace afin de coordonner les activités; b) de mettre en place un service sur le Web pour échanger des informations à propos des projets d'observation et des objets demandant un suivi qui ne sont accessibles qu'aux observateurs du Sud, échanger des logiciels, etc.; et c) d'appuyer les efforts déployés par les astronomes des observatoires de Córdoba et La Plata pour répertorier les plaques photographiques archivées, afin de disposer d'images d'avant les découvertes. Les membres du groupe possèdent ou peuvent utiliser plus d'une douzaine de télescopes allant jusqu'à 60 cm. Ils ont déjà créé un forum de discussion (<http://spaceguard-sa@fisica.edu.uy>) pour mieux coordonner leurs activités.

I. Observation, en Uruguay, des objets proches de la Terre dans l'hémisphère Sud

22. Jusqu'à présent, la recherche d'objets proches de la Terre avait surtout eu lieu dans l'hémisphère Nord. Six programmes consacrés à l'observation de ces objets sont déjà en place: cinq aux États-Unis d'Amérique (quatre dans le sud-ouest du pays et un à Hawaii) et un au Japon. La plus grande partie de l'hémisphère Sud étant hors de leur portée, plus de 25 % de la sphère céleste n'est couverte par aucun projet. Grâce à des fonds de la Commission uruguayenne de recherche scientifique et technologique, l'Observatoire astronomique Los Molinos a fait l'acquisition d'un télescope de 46 cm (f/2,8, Centurion 18" produit par Astroworks). L'appui de

l'Universidad de Uruguay, et du Ministère de l'éducation et de la culture et de la Planetary Society lui a permis d'acheter un dispositif à couplage de charge, un ordinateur personnel et les logiciels nécessaires. Le télescope sera installé à la campagne, dans une zone de faible pollution lumineuse, à 200 km de Montevideo. Les autorités de la Province de Maldonado ont fourni un appui pour la construction des bâtiments, qui débutera en mai 2003. Entre-temps, le télescope a été installé sur le site de l'Observatoire astronomique Los Molinos, et des observations ont commencé à être réalisées pour tester les logiciels et le matériel. Cette phase d'essai a déjà permis de découvrir un astéroïde (K02H09A). Le télescope sera entièrement contrôlé via Internet par l'Observatoire de Montevideo. Toutes les opérations seront commandées à distance. Les observations de suivi des objets découverts seront réalisées au moyen d'autres télescopes de l'Observatoire et par des astronomes de l'Association sud-américaine de sauvegarde de l'espace basés en Argentine, au Brésil, au Paraguay et en Uruguay.

J. Photométrie de l'étoile KZ Hya au moyen du dispositif à couplage de charges du télescope de 45 centimètres au Paraguay

23. KZ Hya, une étoile variable de type SX Phe (HD94033), a été observée au moyen de la caméra à couplage de charges du télescope à réflecteur de 45 centimètres de l'Observatoire astronomique d'Asunción. La couverture de 10 phases de luminosité maximale a permis d'établir de nouvelles éphémérides, et les résultats obtenus semblent indiquer un changement de la période de pulsation de KZ Hya.

K. Activités réalisées avec le télescope à réflecteur de 45 centimètres de l'Observatoire de Bosscha (Indonésie)

24. En 1989, un télescope de 45 cm de type Cassegrain a été installé, testé et mis en service à l'Observatoire de Bosscha de l'Institut de technologie de Bandung, en Indonésie, pour réaliser des observations photométriques de systèmes binaires proches dans l'ultraviolet, le bleu et le visible. Ce télescope était essentiellement destiné à effectuer des observations photométriques, mais la nature polyvalente du réflecteur a permis de l'associer à un spectrographe dans lequel la dispersion spectrale coïncide avec la classification spectrale de Morgan Keenan. Depuis son installation, le télescope a servi à réaliser, dans le cadre d'activités éducatives et de recherche, des expériences scientifiques (photométrie, spectroscopie, imagerie) et des essais d'instruments (spectrographe à fibres optiques, caméra CCD). Les observations photométriques réalisées ont aussi eu pour effet de permettre l'étude de l'atmosphère sur la base de coefficients d'extinction atmosphérique à long terme. Une approche pluridisciplinaire, à laquelle sont associés des météorologues et des mathématiciens, a récemment été adoptée pour étudier la pollution naturelle et artificielle de l'atmosphère au-dessus de Lembang. Cependant, les fonctions de contrôle de ce télescope étant devenues obsolètes, il n'a pas été possible de l'exploiter pleinement, et il est prévu de le mettre à niveau et de développer ses capacités. Les améliorations qui seront apportées au télescope et à ses instruments ont été examinées.

L. Observation à l'Observatoire astronomique centraméricain de Suyapa (Honduras)

25. L'Observatoire astronomique centraméricain de Suyapa qui abrite un télescope Schmidt Cassegrain Meade LX200 de 42 centimètres a été inauguré en juin 1997, à l'occasion du septième atelier ONU/ESA sur les sciences spatiales fondamentales, tenu à Tegucigalpa. Situé à une latitude de 14° 05' N, à une longitude de 87° 09' O et à une altitude de 1 077 mètres au-dessus du niveau de la mer, ce télescope, dédié à René Sagastume Castillo, est destiné aux pays d'Amérique centrale (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua et Panama). Les résultats obtenus dans le cadre d'activités de sensibilisation, de formation et de recherche menées dans le cadre d'une collaboration internationale ont été présentés.

M. État d'avancement des travaux de l'Observatoire mexicain Carl Sagan

26. Il a été rendu compte des travaux de l'Observatoire Carl Sagan de l'Université de Sonora. Le projet, lancé en 1996, portait sur la construction à Cerro Azul, un sommet de 2 480 mètres situé dans le désert de Sonora en Arizona, l'une des meilleures régions du monde pour l'observation astronomique, d'un petit observatoire du Soleil et des étoiles entièrement contrôlé à distance. L'Observatoire est équipé de trois télescopes solaires de 16 centimètres et d'un télescope stellaire de 55 centimètres. Outre l'étude scientifique des trous coronaux du soleil et des supernovae de type 1a, il met en œuvre un grand programme éducatif et culturel d'astronomie à tous les niveaux. Son programme Constelación, lancé à la fin 2001, porte sur la construction de petits planétariums. Par ailleurs, depuis juillet 2002, le système de transmission sur le Web d'observations du Soleil à partir du prototype de l'université diffuse des programmes éducatifs d'astronomie, notamment des cours destinés au public d'Amérique latine.

N. Modèles chromosphériques pour les étoiles de type solaire

27. Les raies d'émission H (396,8 nm) et K (393,4 nm) de Ca II qui proviennent des régions du Soleil où le champ magnétique est plus puissant sont plus intenses que celles provenant des autres régions. Leur intensité est fonction du chauffage non thermique de la chromosphère. Par analogie avec le Soleil, il est raisonnable de supposer que les émissions de Ca II des atmosphères d'étoiles récentes, dont les propriétés physiques et la structure globale sont semblables à celles du Soleil, sont aussi associées au magnétisme. Un indice couramment employé pour évaluer l'activité chromosphérique, l'indice S, est calculé à partir des flux de ces deux raies. L'observation dans le voisinage du Soleil semble indiquer une distribution bimodale: le niveau des émissions est faible pour la plupart des étoiles, comme pour le Soleil; il est élevé pour quelques étoiles actives et n'est moyen que pour un petit nombre d'étoiles. Cet écart, dit de Vaughan-Preston, existe dans les étoiles où $0,45 < B-V < 1$. Différents modèles chromosphériques pour des étoiles de même B-V que le Soleil (0,65) ont été définis afin de vérifier si l'écart de Vaughan-Preston provenait d'une modification des raies d'émission de Ca II provoquée par la variation verticale de la température chromosphérique.

O. Phénomènes énergétiques du Soleil

28. Les phénomènes éruptifs sont courants dans l'univers, mais les éruptions solaires occupent une place particulière en recherche astrophysique car elles fournissent les données d'observation les plus variées et permettent d'en voir le déroulement avec une résolution temporelle et spatiale élevée. L'aspect le plus intrigant de la physique de ces phénomènes concerne le mécanisme à l'origine de la libération, par exemple, de 10^{30} ergs en 10^2 secondes, une énergie équivalente à celle qui serait nécessaire à l'annihilation d'un champ de 100 gauss dans un cube de $(3 \times 10^8 \text{ cm})^3$ dans le même intervalle de temps. On a montré comment l'exploitation des images et des spectres d'une résolution spatiale, temporelle et spectrale inégalée (2 arcsecondes à 300 keV, quelques dizaines de millisecondes, et moins de 1 keV, largeur à mi-hauteur) du spectromètre solaire à haute énergie pouvait aider à mieux comprendre les processus physiques associés à ces phénomènes.

P. Réserves d'hélicité magnétique des régions actives du Soleil

29. L'hélicité magnétique est l'une des rares grandeurs physiques solaires qui se conservent même dans des conditions magnétohydrodynamiques non idéales pendant une durée inférieure au temps de diffusion global. Elle est créée à l'intérieur du Soleil, transportée à travers la zone de convection et injectée dans la couronne solaire, où elle est également alimentée par des mouvements photosphériques à grande (rotation différentielle) et petite échelles. Compte tenu des observations effectuées, il semble de plus en plus que l'hélicité magnétique d'un signe dominant donné est injectée dans chaque hémisphère solaire, et que son signe ne change pas au cours du cycle solaire. Elle s'accumulerait donc indéfiniment si le Soleil ne trouvait pas un moyen de l'éliminer. C'est ce que permettent les éjections de masse coronale, qui l'éjecte dans le milieu interplanétaire. Des spirales de plasma magnétiques, au nombre desquelles figurent les nuages magnétiques, sont souvent observées près de la Terre. Les observations et la modélisation ont permis d'évaluer l'importance relative des différentes sources d'hélicité dans deux régions d'éjections actives de masse coronale, et d'associer chaque éjection à un nuage magnétique interplanétaire en utilisant les valeurs moyennes des paramètres des nuages observés, ainsi que des modèles types de nuage. Il a été établi que l'hélicité magnétique éjectée ne pouvait venir que de la spirale (de sous la photosphère) inhérente au tube de flux formant la région active. Ce type d'études vise à définir les caractéristiques du mécanisme des éjections de masse coronale et à améliorer notre capacité à les prévoir.

Q. Une nouvelle technique de surveillance de l'ionosphère fondée sur les observations des satellites du système mondial de localisation

30. Plusieurs récepteurs bifréquence du système mondial de localisation (GPS) embarqués sur des satellites sur orbite terrestre basse, comme le minisatellite allemand Champ et le satellite argentin d'applications scientifiques (SAC-C), assurent la poursuite des signaux radio émis par 28 satellites GPS sur orbite haute. Pour parvenir jusqu'à un récepteur situé sur la surface de la Terre ou à basse

altitude, les signaux GPS doivent traverser l'ionosphère, où ils subissent la réfraction de l'ionosphère, source d'erreurs qui doit être éliminée par un traitement mathématique adéquat. Elle fournit cependant des informations utiles sur l'atmosphère: le récepteur GPS est alors considéré comme un capteur qui fournit des informations à partir desquelles on peut déterminer des paramètres décrivant l'état de l'ionosphère et de la troposphère. Les chercheurs peuvent en tirer un volume surprenant d'informations, y compris des images tridimensionnelles de l'ionosphère, ce mystérieux voile turbulent de particules chargées qui, stimulées par les éruptions solaires, peut perturber les communications dans le monde entier. L'intérêt essentiel de cette méthode réside sans doute dans son coût peu élevé. Des récepteurs GPS, dont les dimensions et la complexité sont comparables à celles d'un ordinateur portable, ont un coût de fabrication bien inférieur à celui des capteurs spatiaux classiques et ils peuvent être facilement embarqués à bord de nombreux engins spatiaux sur orbite basse. Dans la mesure où la plupart des satellites terrestres en transportent déjà pour la mesure du temps et la navigation, leur mise à niveau à des fins scientifiques pourrait bien amener une transformation radicale de la télédétection de la Terre. Un seul récepteur GPS en orbite basse pourrait effectuer plus de 500 sondages par jour, uniformément répartis autour de la planète. Cette contribution présentait une première analyse des cartes tridimensionnelles de l'ensemble de l'ionosphère obtenues à partir de données recueillies par des capteurs GPS bifréquence.

R. Mécanique statistique non extensive et thermodynamique

31. Des phénomènes complexes très divers observés dans différents domaines tels que l'astronomie, la physique, l'écologie et l'économie sont régis par des lois de puissance qui révèlent une sorte de structure hiérarchique ou fractale. Ces lois présentent un grand intérêt pour la plectique, c'est-à-dire l'étude de la simplicité et de la complexité. De nombreux phénomènes concernés semblent pouvoir être décrits par des méthodes analogues à celles employées en mécanique statistique et en thermodynamique. Des chercheurs brésiliens et argentins sont à la pointe de ces découvertes en sciences fondamentales (le site Web sur le sujet est accessible à l'adresse suivante: <http://tsallis.cat.cbpf.br/biblio.htm>).

S. Observatoire spatial mondial: état d'avancement des travaux

32. L'Observatoire spatial mondial est un projet spatial original fondé sur des études décentralisées. Certains des aspects à l'origine de l'idée d'observatoire spatial mondial ont été décrits lors du huitième atelier ONU/ESA sur les sciences spatiales fondamentales. Cette idée a également été présentée dans le rapport d'UNISPACE III (A/CONF.184/6, par. 207). Sous les auspices du Comité pour la mise en place de l'observatoire spatial mondial, la planification et les travaux préparatoires ont considérablement progressé et sont entrés dans la phase d'étude A. Le modèle actuel, dont la faisabilité a été démontrée, consiste en un télescope de 1,7 mètre couvrant les environs du deuxième point de Lagrange du système Terre-Soleil et équipé de trois spectromètres ultraviolets couvrant une bande spectrale allant de Lyman alpha à la limite de l'atmosphère avec $R \sim 55\,000$, et autorisant une spectroscopie à longue fente sur la même bande avec $R \sim 1\,000$. Un certain nombre

de caméras UV et un imageur optique permettent en outre de voir les champs adjacents à ceux balayés par les spectromètres. Les performances des imageurs sont largement comparables à celles des caméras d'observation de Hubble et les capacités spectrales de l'Observatoire sont supérieures à celles du spectrographe de ce dernier. L'Observatoire, tel qu'il est actuellement envisagé, est conçu pour une utilisation répartie, ce qui permettra à de nombreux groupes et pays d'y participer en fonction de leurs moyens respectifs. Bien que de conception initialement classique, il incorpore un certain nombre d'idées novatrices et permettra de réaliser des travaux de niveau mondial avec un budget modeste. L'importance de son activité, qui pourra être coordonnée avec celle d'autres moyens d'observation opérant dans des longueurs d'onde différentes (en particulier dans le domaine des rayons X), tant sur le plan de l'astrophysique que par rapport à la participation de pays en développement a été soulignée et l'état actuel du soutien reçu, l'intérêt manifesté et les projets de travaux en vue de la mise en place et du lancement à l'horizon 2007 ont été examinés.

IV. Répartition régionale des demandes d'informations concernant les conclusions des ateliers ONU/ESA sur les sciences spatiales fondamentales en 2002

33. La version révisée ci-après du tableau publié dans le document A/AC.105/766 comporte des renseignements actualisés, disponibles dans la base de données du Bureau des affaires spatiales, sur la répartition régionale des demandes d'informations concernant les conclusions des ateliers ONU/ESA consacrés aux sciences spatiales fondamentales en 2002. Les renseignements ont été envoyés par courrier postal et électronique aux personnes concernées à leurs adresses dans leurs pays respectifs, qui ont également été communiquées aux organismes nationaux et internationaux d'astronomie.

Notes

¹ Voir *Rapport de la troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations 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, par. 1 e) ii), et chap. II, par. 409 d) i).

² *Documents officiels de l'Assemblée générale, cinquante-sixième session, Supplément n° 20 et rectificatif (A/56/20 et Corr.1)*, par. 74.

Répartition des demandes d'informations concernant les conclusions des ateliers ONU/ESA sur les sciences spatiales fondamentales, par région, en 2002

<i>Région</i>									
<i>Afrique</i>		<i>Asie</i>		<i>Europe orientale</i>		<i>Amérique latine et Caraïbes</i>		<i>Europe occidentale et autres</i>	<i>Total mondial</i>
Afrique du Sud	112	Arabie Saoudite	1	Bulgarie	2	Argentine	51	Allemagne	66
Algérie	28	Bahreïn	2	Croatie	1	Bolivie	3	Australie	5
Angola	1	Brunéï Darussalam	1	Ex-République yougoslave de Macédoine	1	Brésil	6	Autriche	9
Botswana	3	Chine	13	Fédération de Russie	20	Chili	6	Belgique	8
Burkina Faso	1	Émirats arabes unis	5	Hongrie	4	Costa Rica	7	Canada	17
Burundi	2	Inde	44	Lituanie	2	Cuba	5	Danemark	5
Cameroun	6	Indonésie	9	Pologne	5	El Salvador	5	Espagne	20
Côte d'Ivoire	3	Iran (République islamique d')	2	République tchèque	7	Équateur	2	États-Unis d'Amérique	159
Égypte	49	Iraq	3	Roumanie	4	Guatemala	3	Finlande	1
Érythrée	1	Japon	16	Slovaquie	1	Honduras	22	France	57
Éthiopie	5	Jordanie	17	Ukraine	2	Mexique	15	Grèce	5
Gabon	1	Kazakhstan	3			Nicaragua	4	Irlande	1
Ghana	10	Koweït	11			Panama	3	Israël	8
Guinée	4	Liban	7			Paraguay	3	Italie	25
Jamahiriya arabe libyenne	14	Malaisie	3			Pérou	4	Malte	1
Kenya	12	Mongolie	5			Uruguay	8	Norvège	2
Libéria	1	Oman	4			Venezuela	2	Nouvelle-Zélande	1
Madagascar	4	Ouzbékistan	1					Pays-Bas	9
Malawi	4	Pakistan	7					Portugal	2
Maroc	25	Papouasie-Nouvelle-Guinée	3					Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	34
Maurice	26	Philippines	4					Suède	3
Mauritanie	3	Province chinoise de Taiwan	3					Suisse	17
Mozambique	5	Qatar	4					Trinité-et-Tobago	1
Namibie	4	République arabe syrienne	5					Turquie	8
Niger	1	République de Corée	2						
Nigéria	79	Singapour	1						
Ouganda	3	Sri Lanka	7						
République centrafricaine	1	Tadjikistan	1						
Rwanda	1	Thaïlande	5						
Sénégal	2	Viet Nam	4						
Sierra Leone	2	Yémen	5						
Soudan	6								
Swaziland	2								
République démocratique du Congo	2								

	<i>Région</i>					<i>Total mondial</i>
	<i>Afrique</i>	<i>Asie</i>	<i>Europe orientale</i>	<i>Amérique latine et Caraïbes</i>	<i>Europe occidentale et autres</i>	
République-Unie de Tanzanie	5					
Togo	1					
Tunisie	10					
Zambie	10					
Zimbabwe	12					
Total	460	198	49	149	464	1 320

Note: Au total, des demandes provenant de 122 pays et régions ont été reçues et traitées.