



# Assemblée générale

Distr. limitée  
9 décembre 2011  
Français  
Original: anglais

**Comité des utilisations pacifiques  
de l'espace extra-atmosphérique**  
**Sous-Comité scientifique et technique**  
**Quarante-neuvième session**  
Vienne, 6-17 février 2012  
Point 12 de l'ordre du jour provisoire\*  
**Objets géocroiseurs**

## **Objets géocroiseurs, 2011-2012**

### **Rapport intérimaire de l'Équipe sur les objets géocroiseurs**

#### **I. Introduction**

1. L'Équipe sur les objets géocroiseurs<sup>1</sup>, constituée pour donner suite à la recommandation 14 de la troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE III), a reçu le mandat suivant:

- a) Examiner la teneur, la structure et l'organisation des efforts en cours dans le domaine des objets géocroiseurs;
- b) Cerner, dans les travaux en cours, toute lacune qui rend nécessaire une coordination supplémentaire et/ou appelle des contributions d'autres pays ou organismes;
- c) Proposer des mesures tendant à améliorer la coordination internationale en collaboration avec des organes spécialisés.

2. À sa cinquante et unième session, en 2008, le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a noté avec satisfaction les travaux

\* A/AC.105/C.1/L.310.

<sup>1</sup> Un objet géocroiseur est un astéroïde ou une comète que sa trajectoire fait passer à moins de 1,3 unité astronomique (ua) du Soleil et donc à moins de 0,3 ua, soit environ 45 millions de kilomètres de l'orbite terrestre. Il peut s'agir d'un objet qui se rapprochera de la Terre à un moment ou un autre en raison de l'évolution de son orbite. C'est généralement à la suite de perturbations gravitationnelles causées par des planètes proches que les objets géocroiseurs se trouvent transférés sur des orbites qui les amènent à s'approcher de la Terre.



accomplis par le Groupe de travail sur les objets géocroiseurs de son Sous-Comité scientifique et technique et par l'Équipe sur les objets géocroiseurs, et a approuvé le plan de travail pluriannuel modifié pour 2009-2011<sup>2</sup>, tel qu'il figure dans le rapport du Sous-Comité (document A/AC.105/911, annexe III). Conformément à ce nouveau plan de travail, en 2011, le Groupe de travail et l'Équipe sur les objets géocroiseurs effectueront les tâches indiquées ci-après:

- Examiner les rapports soumis en réponse à la demande annuelle d'informations sur les activités concernant les objets géocroiseurs et poursuivre les travaux durant la période intersessions;
- Finaliser l'accord sur les procédures internationales relatives au traitement de la menace que posent les objets géocroiseurs et mobiliser des parties prenantes au niveau international;
- Examiner l'état d'avancement de la coopération et de la collaboration internationales en ce qui concerne l'observation d'objets géocroiseurs et les capacités internationales d'échange, de traitement, d'archivage et de diffusion de données en vue de détecter la menace que posent les objets géocroiseurs;
- Examiner le rapport final de l'Équipe sur les objets géocroiseurs.

3. À sa cinquante-quatrième session, en 2011, le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a fait sienne la recommandation du Sous-Comité scientifique et technique et de son Groupe de travail sur les objets géocroiseurs<sup>3</sup> (A/AC.105/987, annexe III, par. 9) de poursuivre le plan de travail pluriannuel sur les objets géocroiseurs pendant la période 2012-2013, en s'acquittant des tâches suivantes:

- 2012 Examiner les rapports présentés suite à la demande annuelle d'informations sur les activités menées dans le domaine des objets géocroiseurs et poursuivre les travaux de l'intersession. Examiner l'avancement de la coopération et de la collaboration internationales en ce qui concerne l'observation des objets géocroiseurs. Faciliter l'échange, le traitement, l'archivage et la diffusion de données pour consolider les capacités internationales de détection des risques liés aux objets géocroiseurs. Poursuivre les travaux entrepris pendant l'intersession sur la rédaction de procédures internationales de gestion des risques que présentent les objets géocroiseurs et rechercher un accord sur la question. Examiner les informations actualisées présentées dans un rapport intérimaire de l'Équipe sur les objets géocroiseurs. Examiner les progrès accomplis pour accélérer les travaux du Réseau d'information, d'analyse et d'alerte sur les objets géocroiseurs et du Groupe de planification des missions et des opérations.
- 2013 Examiner les rapports présentés suite à la demande annuelle d'informations sur les activités menées dans le domaine des objets

---

<sup>2</sup> Documents officiels de l'Assemblée générale, soixante-troisième session, Supplément n° 20 (A/63/20), par. 153.

<sup>3</sup> Ibid., soixante-cinquième session, Supplément n° 20 (A/65/20), par. 137.

géocroiseurs et poursuivre les travaux de l'intersession. Examiner l'avancement de la coopération et de la collaboration internationales en ce qui concerne l'observation des objets géocroiseurs et les capacités d'échange, de traitement, d'archivage et de diffusion de données en vue de détecter la menace que posent les objets géocroiseurs. Finaliser l'accord sur les procédures internationales à appliquer pour faire face à la menace que représentent les objets géocroiseurs et mobiliser les acteurs internationaux. Examiner le rapport final de l'Équipe sur les objets géocroiseurs. Examiner les progrès accomplis pour accélérer les travaux du Réseau d'information, d'analyse et d'alerte et du Groupe de planification des missions et des opérations, et évaluer leur performance.

4. Le présent rapport intérimaire résume les contributions des membres de l'Équipe sur les objets géocroiseurs pour 2011-2012 et actualise le rapport intérimaire précédent établi pour 2010-2011 (A/AC.105/C.1/L.308). Il présente les activités et les questions concernant le risque que posent les objets géocroiseurs, l'état des connaissances relatives à ce risque et les mesures de réduction des risques qui s'imposent. Conformément à son mandat, l'Équipe doit actualiser son rapport intérimaire tous les ans pour présenter l'état des connaissances, les activités connexes et le consensus sur la hiérarchisation des questions à traiter et des solutions à envisager. Des descriptions plus détaillées des activités sont fournies dans les rapports nationaux annuels communiqués au Comité par les États Membres, les organes spécialisés du Comité, ainsi que les présentations faites par les membres du Comité et les observateurs devant le Sous-Comité scientifique et technique à sa session annuelle.

## **II. Rapport intérimaire de l'Équipe sur les objets géocroiseurs**

### **A. Détection d'objets géocroiseurs et caractérisation à distance**

5. L'Équipe est convenue que pour parer au risque posé par un objet géocroiseur, il faut d'abord détecter sa présence et mesurer sa trajectoire, ainsi que déterminer sa taille d'après sa brillance observée et son albédo. Ce sont les États-Unis d'Amérique qui ont apporté la contribution la plus significative dans le domaine de la détection des objets géocroiseurs et de leur caractérisation à distance. En effet, le programme relatif aux objets géocroiseurs de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) des États-Unis a financé 5 équipes de recherche qui exploitent 9 télescopes d'observation distincts de la classe 1 mètre (en différents sites dans le sud-ouest des États-Unis et à Hawaï, et 1 en Australie) qui permettent de détecter des objets jusqu'à une magnitude 20. Les observations de suivi des orbites de divers astronomes, professionnels et amateurs du monde entier viennent compléter ce programme.

6. L'Équipe a constaté avec satisfaction que l'Agence spatiale européenne (ESA) avait lancé son programme de veille spatiale (programme SSA), qui comporte un volet consacré à la menace posée par les objets géocroiseurs. Comme l'indique le document définissant les besoins des utilisateurs, ce programme prévoit notamment des activités axées essentiellement sur les observations de suivi. Entre autres télescopes, la station sol optique (Optical Ground Station) de l'ESA à Ténériffe

(Espagne), équipée d'un télescope de 1 mètre d'ouverture, a été mise à disposition pour livrer des observations sur les objets géocroiseurs quatre nuits par mois à compter de 2010. Le télescope est principalement utilisé pour les observations de suivi et pour tester les stratégies d'acquisition. Il a été proposé de mener une "campagne d'observation élargie" qui constituera une contribution importante de l'ESA aux activités courantes d'observation, dans le cadre du programme de veille spatiale. L'Équipe a en outre appris avec satisfaction que l'ESA soutenait une partie des opérations du Centre sur la dynamique des objets géocroiseurs (NEODyS), la liste des priorités du Spaceguard Central Node et la base de données du European Asteroid Research Node.

7. L'Équipe a constaté que des efforts significatifs étaient faits au plan international pour détecter et, à un degré moindre, surveiller les objets géocroiseurs potentiellement dangereux d'un diamètre supérieur à 1 000 mètres. Comme indiqué sur le site Web du Jet Propulsion Laboratory de la NASA ([www.jpl.nasa.gov](http://www.jpl.nasa.gov)), au 1<sup>er</sup> décembre 2011, 832 astéroïdes géocroiseurs d'un diamètre supérieur à 1 000 mètres (dont 151 astéroïdes potentiellement dangereux) avaient été découverts, parmi lesquels 14 en 2010 et 13 en 2011 (jusqu'au 1<sup>er</sup> décembre). Le nombre estimatif d'astéroïdes géocroiseurs d'un diamètre supérieur à 1 000 mètres a augmenté, pour s'établir à  $966 \pm 45^4$ ; le chiffre de 832 astéroïdes géocroiseurs d'un diamètre supérieur à 1 000 mètres correspond à  $86 \pm 4$  % du nombre estimatif total d'astéroïdes géocroiseurs. Au 1<sup>er</sup> décembre 2011, il y avait au total 8 397 astéroïdes géocroiseurs connus et 90 comètes géocroiseuses, soit 8 487 objets géocroiseurs connus au total. L'Union astronomique internationale met régulièrement à jour ces chiffres sur son site Web ([www.iau.org/public/nea/](http://www.iau.org/public/nea/)). Il est rare de découvrir des objets géocroiseurs de diamètre supérieur à 1 kilomètre. L'Équipe a noté toutefois que les objets dont le diamètre est compris entre 100 mètres et 1 kilomètre, pour lesquels les campagnes de détection actuelles ne sont pas optimisées, continuent de représenter une menace de collision importante.

8. L'Équipe a encouragé la NASA à continuer de rechercher avec ses partenaires internationaux des solutions permettant d'abaisser le seuil de détection à 140 mètres, reconnaissant que les objets géocroiseurs d'un diamètre inférieur à 1 kilomètre constituaient probablement une menace plus immédiate pour la Terre que les objets de taille kilométrique, qui étaient moins nombreux. Elle a notamment invité l'ESA à mettre en œuvre ses plans de suivi et de caractérisation et à apporter son soutien aux programmes d'observation, comme il est proposé de le faire dans les études actuelles. L'accent devrait être placé sur la mise en place de capacités d'observation dans l'hémisphère Sud. L'Équipe a noté par ailleurs qu'il était primordial, dans un premier temps, de découvrir les objets géocroiseurs et de déterminer avec précision leur orbite pour caractériser la menace qu'ils représentent et prendre des mesures pour la réduire, et que les équipements et moyens permettant de recueillir et de traiter rapidement les données relatives aux découvertes étaient essentiels. L'Équipe a également relevé que certains objets géocroiseurs étaient de nature binaire, c'est-à-dire qu'ils étaient accompagnés de lunes qui étaient elles-mêmes assez grandes pour entraîner un risque et pourraient compliquer l'élaboration de plans de déviation. Elle s'est donc dite satisfaite du fait que le radar planétaire d'Arecibo (Porto Rico), exploité par l'Université Cornell pour le compte de la National Science Foundation des États-Unis, sera utilisé lors de l'apparition

---

<sup>4</sup> Voir [http://cms3.dynaweb.nl/users/esa//docs/11C03\\_Planetary\\_Defense/session2.htm](http://cms3.dynaweb.nl/users/esa//docs/11C03_Planetary_Defense/session2.htm).

d'Apophis en 2012 et en 2013. Cela a été rendu possible par les nouveaux financements apportés par la National Science Foundation et la NASA. L'utilisation d'Arecibo dans cette période sera importante pour déterminer si Apophis constituera une menace sérieuse d'impact avec la Terre en 2036.

9. L'Équipe est convenue de l'opportunité de mener une campagne coordonnée d'observation fin 2012 et début 2013, lorsqu'Apophis aura une magnitude apparente d'environ 16 ( $m_v \sim 16$ ), afin de perfectionner ses éphémérides et notamment de déterminer la magnitude des forces non gravitationnelles (effet Yarkovsky) qu'il faut connaître pour extrapoler l'orbite. Comme Apophis sera observé dans les meilleures conditions au-dessus de l'hémisphère Sud, ce sont principalement des observatoires d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Australie qui devraient participer à cette campagne.

10. L'Équipe a noté avec satisfaction que Pan-STARRS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System), financé par les forces aériennes des États-Unis, avait commencé des activités d'observation régulières et commencé à livrer des données au Centre des planètes mineures de l'Union astronomique internationale en 2010. La capacité de déceler des objets mobiles dans les images recueillies et d'en tirer des observations concernant les objets nouvellement découverts, ainsi que ceux connus depuis plus longtemps, a été rendue opérationnelle grâce au concours financier de la NASA, laquelle financera aussi en partie l'exploitation du télescope Pan-STARRS-1 aux fins de la recherche d'objets géocroiseurs. Il est escompté que plusieurs milliers d'observations seront transmises au Centre à mesure que le projet mûrit. La Division des sciences planétaires de la NASA a aussi financé des travaux visant à incorporer des moyens de détection d'objets géocroiseurs dans le segment de traitement des données de la mission WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer), parrainée par la Division de l'astrophysique de la NASA. La mission première de l'engin spatial est de dresser une carte détaillée du ciel extragalactique dans quatre bandes infrarouges, mais lors de la collecte de ces données, la signature infrarouge de nombreux objets géocroiseurs et d'autres astéroïdes et comètes, y compris les corps qui ne réfléchissent que peu de rayonnement visible, a été extraite, traitée et communiquée au Centre. Les données d'imagerie transitoires sont aussi archivées en vue d'établir des estimations plus exactes de la taille des objets connus et de donner un autre moyen d'effectuer des détections antérieures à la découverte effective du corps. Les observations antérieures à la découverte permettent l'extraction de données d'observation à partir des images archivées après la découverte d'un objet, de telle façon que, une fois le corps découvert, ses positions antérieures peuvent être calculées et corrélées aux jeux d'images archivés.

11. L'Agence spatiale canadienne a informé l'Équipe que le projet NEOSat (satellite de surveillance des objets géocroiseurs) serait lancé en 2012. Ce microsatellite a pour finalité de faire comprendre la répartition orbitale, les caractéristiques physiques, la composition et l'historique des objets géocroiseurs. Il est conçu pour prospecter la région proche du Soleil, qui est la seule partie du ciel où des astéroïdes dont l'orbite se situe intégralement à l'intérieur de l'orbite terrestre sont susceptibles d'être découverts. Il constituera aussi un moyen puissant de découvrir des astéroïdes de classe Aten. Ces derniers sont un groupe d'astéroïdes géocroiseurs qui ont un demi-grand axe orbital ( $a$ ) inférieur à 1 unité astronomique et une apside supérieure à 0,9833 unité astronomique. Selon les estimations, 6 % des

astéroïdes géocroiseurs sont des astéroïdes Aten. L'Équipe a encouragé les agences spatiales à envisager de tels objectifs principaux et secondaires complémentaires lors de missions futures de prospection.

12. AsteroidFinder<sup>5</sup> est un projet spatial de l'Agence aérospatiale allemande (DLR). Sa mission initiale devrait durer un an et son lancement est prévu pour 2013. Le satellite, équipé d'un télescope de 30 cm, avec un champ de vue de 2 x 2 degrés, opérera en orbite terrestre basse héliosynchrone. Son principal objectif est de rechercher des objets à l'intérieur de l'orbite terrestre (IEO, inner Earth Object), classe particulière d'objets géocroiseurs dont l'orbite se situe entièrement à l'intérieur de celle de la Terre et d'une magnitude apparente aussi faible que 18,5. Compte tenu de leur proximité avec le Soleil, les IEO sont extrêmement difficiles à localiser depuis le sol. Quelque 8 500 objets géocroiseurs ont été découverts, dont seuls 10 étaient des IEO. On pense cependant qu'il existe plus d'un millier d'objets de ce type, d'un diamètre supérieur à 100 mètres. Des simulations ont montré que la mission AsteroidFinder était capable de détecter des dizaines d'IEO pendant une période opérationnelle d'au moins un an, de caractériser la population d'IEO (nombre total, propriétés orbitales et granulométrie) et d'évaluer les risques d'impact.

13. L'Équipe s'est félicitée de constater les progrès accomplis dans le cadre du programme des géocroiseurs Warm Spitzer concernant l'observation de quelque 750 objets géocroiseurs connus dans les deux canaux Warm Spitzer (3,5 et 4,5 microns) et du fait que, pour la plupart des objectifs, il est prévu que l'on pourra inférer de leur taille et de leur albédo.

14. L'Équipe a reconnu l'importance des efforts d'observation visant à déterminer les caractéristiques physiques de la population de géocroiseurs au moyen de télescopes terrestres, notamment à l'aide de télescopes infrarouges (pour la taille, l'albédo, la composition, les caractéristiques de surface, les propriétés thermiques) et de radars (pour les caractéristiques de surface, la forme, la taille, et les caractéristiques de rotation) et a encouragé les agences à envisager d'affecter des ressources pour renforcer cette activité dans les programmes concernés.

## **B. Détermination et catalogage des orbites**

15. L'Équipe a jugé important d'attribuer aux objets détectés depuis le sol un identificateur unique et de déterminer avec précision leurs orbites afin d'évaluer la menace de collision avec la Terre. Le Centre des planètes mineures joue un rôle fondamental à cet égard. Il est administré par le Smithsonian Astrophysical Observatory, en coordination avec l'Union astronomique internationale, sur la base d'un mémorandum d'accord qui lui confère un statut international et en vertu duquel il centralise depuis 1978 toutes les mesures astrométriques (mesures de position) concernant les astéroïdes, les comètes et les satellites qui sont effectuées dans le monde. Il traite et organise les données, identifie de nouveaux objets, calcule les orbites, donne des noms provisoires et diffuse quotidiennement des informations. Pour ce qui est des objets présentant un intérêt particulier, le Centre demande qu'il soit procédé à des observations de suivi et à des recherches dans les données

---

<sup>5</sup> Voir [www.dlr.de/pf/en/desktopdefault.aspx/tabid-174/319\\_read-18911](http://www.dlr.de/pf/en/desktopdefault.aspx/tabid-174/319_read-18911).

d'archives. Il est chargé de la diffusion des observations astrométriques et des orbites au moyen de circulaires électroniques sur les planètes mineures (publiées en fonction des besoins, généralement au moins une fois par jour) et de catalogues apparentés. Outre la diffusion de catalogues orbitaux et astrométriques complets pour tous les petits corps célestes du système solaire, il facilite le suivi des corps susceptibles de devenir de nouveaux objets géocroiseurs en publiant leurs éphémérides célestes et des cartes des incertitudes sur Internet, à la page de confirmation des objets géocroiseurs. Il fait porter ses efforts plus particulièrement sur l'identification, la détermination d'arcs orbitaux courts et la diffusion d'informations relatives aux objets géocroiseurs. Dans la plupart des cas, les observations d'objets géocroiseurs sont communiquées gratuitement au public dans les 24 heures suivant leur réception. Le Centre fournit aussi un ensemble d'outils pour appuyer l'initiative relative aux objets géocroiseurs, notamment des cartes du ciel, des listes d'objets géocroiseurs connus, des listes de découvreurs d'objets géocroiseurs et une page sur les objets géocroiseurs connus nécessitant un suivi astrométrique. Il exploite également un ensemble de programmes informatiques permettant de calculer, à partir de deux positions célestes et de la magnitude, la probabilité qu'un corps soit un nouvel objet géocroiseur. On trouvera des liens vers ces ressources Internet sur le site Web du Centre ([www.cfa.harvard.edu/iau/mpc.html](http://www.cfa.harvard.edu/iau/mpc.html)). L'équipe a aussi pris acte du fait que depuis mars 2010, le site Web de l'UAI comporte une page, ([www.iau.org/public/nea](http://www.iau.org/public/nea)), qui répertorie les rapprochements passés et futurs de la Terre d'astéroïdes géocroiseurs, et donne des informations sur les réunions et les documents correspondants.

16. L'Équipe a reconnu que le Centre des planètes mineures jouait un rôle déterminant dans la diffusion et la coordination des observations et s'est félicitée que la NASA ait confirmé qu'elle lui apporterait un appui accru pour qu'il renforce sa capacité de traiter toutes les observations reçues d'observatoires du monde entier et de diffuser gratuitement sur Internet les informations orbitales ainsi obtenues, ainsi que pour lui permettre de faire face à l'augmentation significative des données d'observation sur les objets géocroiseurs qui devrait résulter des efforts de recherche de "nouvelle génération". L'Équipe reste convaincue qu'il serait utile de doter le Centre d'un site "miroir", qui pourrait être hébergé en Europe ou en Asie. Ces deux sites pourraient suivre les mêmes protocoles et processus d'analyse et adopter une politique commune pour la gestion des données et l'accès à celles-ci, mais se complèteraient sur le plan opérationnel, par exemple en effectuant les mêmes opérations sur des sous-ensembles différents de données d'observation, tout en tenant à jour indépendamment l'un de l'autre des bases de données complètes. Ils pourraient ainsi valider et vérifier leurs résultats respectifs les plus importants. L'Équipe a pris acte du fait que l'ESA avait entamé des discussions sur la manière de soutenir le Centre des planètes mineures, éventuellement en mettant en place des capacités auxiliaires en Europe, dans le cadre de son programme relatif aux objets géocroiseurs. Elle a encouragé la poursuite de ces discussions et la conclusion d'un accord de soutien. Elle encourage en particulier l'ESA et la NASA à discuter de cette question et à convenir d'un plan commun.

17. Le Centre des planètes mineures met quotidiennement des données astrométriques sur les objets géocroiseurs à la disposition du NEO Program Office du Jet propulsion Laboratory de la NASA et d'un centre parallèle, mais indépendant, de calcul d'orbites situé à Pise (Italie), qui a un site miroir à Valladolid (Espagne). Par l'intermédiaire du système Sentry au Jet Propulsion Laboratory

(<http://neo.jpl.nasa.gov/risk>), des analyses de risques sont automatiquement réalisées pour les objets présentant un risque de collision avec la Terre, généralement ceux qui n'ont pas été découverts depuis assez longtemps pour que l'on puisse en déterminer l'orbite avec certitude. Ces objets sont classés par ordre de priorité par le système Sentry, en fonction des risques d'approche étroite de l'orbite terrestre et de la qualité des données orbitales les concernant. Le système actualise quotidiennement les orbites d'environ 65 objets géocroiseurs de manière automatique, et des tableaux indiquant les risques d'approche étroite sont produits et mis en ligne ([http://neo.jpl.nasa.gov/cgi-bin/neo\\_ca](http://neo.jpl.nasa.gov/cgi-bin/neo_ca)). Environ 15 analyses de risques sont effectuées chaque jour, chacune donnant 10 000 solutions différentes jusqu'à l'horizon 2110. Cette opération est aussi effectuée en parallèle au Centre sur la dynamique des objets géocroiseurs à Pise (Italie), et les scénarios d'impact terrestre dont la probabilité est nettement supérieure à zéro sont vérifiés manuellement par le Jet Propulsion Laboratory et le Centre de calcul d'orbites de Pise avant que les données d'analyse de risques ne soient mises en ligne. Pour les objets récemment découverts qui présentent un intérêt inhabituel, le Centre des planètes mineures, le Jet Propulsion Laboratory et le Centre de Pise appellent souvent l'attention d'observateurs sur le fait que des données supplémentaires ou des données d'observation antérieures à la découverte effective du corps sont nécessaires.

18. L'Équipe a noté que Sentry et NEODyS étaient des systèmes complètement indépendants qui se fondaient sur des approches théoriques distinctes pour produire des évaluations des risques d'impact. Par conséquent, si leurs calculs orbitaux à long terme respectifs convergent vers une même solution, les milieux scientifiques peuvent y accorder un certain crédit. Comme pour le Centre des planètes mineures, l'Équipe a jugé qu'une capacité indépendante mais complémentaire du système Sentry était indispensable pour vérifier et valider de manière indépendante les approches étroites prévues.

19. L'Équipe a été particulièrement encouragée de constater l'efficacité du processus ci-dessus à l'occasion de la récente découverte, puis de l'impact sur la Terre du géocroiseur NEO 2008 TC3. Ce corps très petit (environ 3 mètres de diamètre) avait été décelé par l'équipe du Catalina Sky Survey des États-Unis à peine 20 heures avant son entrée dans l'atmosphère terrestre le 7 octobre 2008. Dans les huit heures qui ont suivi la collecte des observations ayant conduit à cette découverte, le Centre des planètes mineures a établi que cet objet risquait de s'écraser sur la Terre et a alerté à la fois le siège de la NASA et le Jet Propulsion Laboratory. Tandis que le Centre demandait à tous les observateurs disponibles de suivre le phénomène et que le Jet Propulsion Laboratory établissait des prévisions plus précises et comparait ses résultats avec ceux de NEODyS, le siège de la NASA a fait le nécessaire pour avertir le monde entier de l'imminence de la collision. Au cours des 12 heures qui ont suivi, 589 observations faites par 27 observateurs dans le monde entier ont été transmises au Centre. Se fondant sur les prévisions précises établies par le Near Earth Program Office du Jet Propulsion Laboratory et, la NASA a fourni, en vue de leur publication et de leur diffusion par la voie diplomatique, des informations selon lesquelles l'objet ferait son entrée au-dessus du nord du Soudan le 7 octobre 2008 à 02 h 46 (UCT – Temps universel coordonné). Communiquées six heures avant l'événement, ces informations ont concordé à quelques secondes près avec les observations des satellites météorologiques et les enregistrements des capteurs d'infrasons.



20. L'Équipe a été informée du fait que, dans le cadre du programme technologique de l'ESA, un certain nombre d'activités en cours concernaient les objets géocroiseurs. L'une d'entre elles a trait à la base de données planétaires, qui vise les planètes, les lunes et les corps de petite dimension dans le système solaire. Cette base de données constituera le pivot d'un système de base de données informatique qui s'inscrira dans le programme de veille spatiale de l'ESA. Une autre activité, GRAVMOD, consiste à élaborer des modèles gravitaires d'astéroïdes et à les archiver dans la base de données.

21. Ayant constaté le rôle vital joué par le Centre des planètes mineures, et prenant acte du fait que la Division des sciences planétaires de la NASA continuait à financer le fonctionnement et la modernisation du Centre, l'Équipe a constaté avec satisfaction les efforts déployés à l'heure actuelle par le programme de veille spatiale de l'ESA pour assurer un financement solide au service NEODyS, à la base de données sur les propriétés physiques du Centre aérospatial allemand (DLR) à Berlin, au European Asteroid Research Node (EARN), et au Spaceguard Central Node, qui établit une "liste des priorités" pour les observations d'objets géocroiseurs.

### **C. Détermination des conséquences**

22. L'Équipe a reconnu que, lorsque les gouvernements examinent la politique scientifique de lutte contre le risque posé par les objets géocroiseurs, il importe qu'ils évaluent le risque que ceux-ci font courir à la société et le comparent avec les seuils d'action établis pour d'autres risques naturels (par exemple les risques météorologiques et géologiques) afin de prendre des dispositions proportionnées et cohérentes. Elle a donc jugé que des travaux supplémentaires étaient nécessaires dans ce domaine, en particulier sur les météorites d'un diamètre inférieur au kilomètre. Cette question a fait l'objet d'un examen approfondi à la Conférence sur l'événement de la Tougouska tenue à Moscou en juin 2008 sous les auspices de l'Académie des sciences de Russie, à laquelle ont participé des membres de l'Équipe. L'explosion d'un petit astéroïde en 1908 au-dessus de la Tougouska aurait dégagé, selon les estimations, une énergie de 10 à 15 mégatonnes, ce qui correspondrait à un aérolithe d'environ 60 mètres de diamètre. L'Équipe a noté que de nouvelles simulations sur superordinateur aux Sandia National Laboratories (États-Unis) indiquaient que l'explosion aurait pu être de plus faible puissance car ses modèles prenaient en considération l'énergie de chute importante de l'aérolithe au lieu de simuler une explosion stationnaire. Si ces nouveaux chiffres (énergie de l'ordre de 3 à 5 mégatonnes et diamètre qui pourrait n'être que de 40 mètres) étaient exacts, la fréquence probable de tels impacts ne serait plus seulement d'une fois tous les deux millénaires, mais d'une fois au cours d'une période de quelques siècles, ce qui aurait des incidences importantes sur les statistiques relatives aux impacts dangereux. L'équipe s'est félicitée des autres résultats scientifiques et techniques présentés à la Conférence sur la défense planétaire de l'Académie internationale d'astronautique, qui s'est tenue en Roumanie en mai 2011.

## **D. Caractérisation *in situ***

23. L'Équipe a relevé l'importance de la mission Hayabusa (MUSES-C), qui a consisté à approcher l'astéroïde géocroiseur 25143 Itokawa fin 2005 et a apporté non seulement des connaissances scientifiques sur les caractéristiques de l'astéroïde, comme sa topographie et sa composition, mais aussi des enseignements opérationnels importants du fait des opérations effectuées sur l'astéroïde et à sa proximité dans un environnement à très faible gravité. Ces enseignements auront des incidences sur les enquêtes *in situ* à venir et sur d'éventuelles activités de prévention. Hayabusa s'inscrit dans une longue lignée de missions réussies telles que Near Earth Asteroid Rendezvous, Deep Space 1, Stardust et Deep Impact, qui ont livré des informations inédites sur les caractéristiques des objets géocroiseurs, dont la diversité est étonnante. Ces objets ne pouvant pas être caractérisés de façon détaillée par téléobservation, l'Équipe a relevé que le 13 juin 2010, la capsule porte-échantillons de l'engin Hayabusa a opéré son retour sur Terre et que le matériel prélevé est en cours d'analyse. Elle attend avec intérêt que les résultats d'analyse deviennent disponibles, et compte sur la mission prochaine de l'engin AsteroidFinder de l'Allemagne et sur d'autres missions prochaines vers des objets géocroiseurs.

24. L'équipe a été encouragée d'apprendre qu'en juin 2010, le Conseil de l'espace de l'Académie des sciences russe et l'Agence spatiale fédérale russe étaient convenus d'une réponse coordonnée et complète face aux risques d'impact posés par les astéroïdes ou les comètes. Une étude de faisabilité relative à une mission spatiale de faible coût vers Apophis, en 2019-2020, a été lancée. L'objectif principal de cette mission était de placer un transpondeur sur orbite autour de l'astéroïde, afin de mieux déterminer le déplacement orbital de celui-ci. L'Équipe a appris avec intérêt que la Division des sciences planétaires de la NASA avait également financé une étude d'avant-projet de satellite à faible coût en vue de la caractérisation *in situ* d'Apophis lors de sa prochaine apparition en 2012 ou 2013. Une série de caméras et d'autres instruments miniaturisés permettrait de caractériser complètement cet astéroïde potentiellement dangereux et de fournir suffisamment de données très précises pour en déterminer exactement l'orbite lors de ses passages rapprochés au cours des 100 années à venir. L'ESA a mené à bien trois études industrielles parallèles relatives à une mission de prélèvement d'échantillons avec retour sur Terre depuis un objet géocroiseur, nommée Marco Polo. La NASA a pour sa part financé la participation d'une équipe scientifique des États-Unis à cette étude. L'ESA a lancé une nouvelle mission, nommée MarcoPolo-R, dans le prolongement de Marco Polo, afin de poursuivre l'étude concernant une mission de prélèvement d'échantillons d'astéroïde, dont la date de lancement possible se situe entre 2020 et 2024. Cette étude s'inscrit dans le cadre du programme "Vision cosmique" de l'ESA.

## **E. Lutte contre les risques**

25. Dans ce contexte, la lutte contre les risques consiste à éliminer ou à réduire au minimum le risque de collision entre la Terre et les objets géocroiseurs considérés comme "potentiellement dangereux", en intervenant d'une façon ou d'une autre sur

ces objets, ou en réduisant au minimum les effets d'une collision sur la population en l'évacuant ou en prenant des mesures de cet ordre.

26. L'Équipe a noté qu'outre la probabilité d'une collision et le temps disponible avant que celle-ci ne se produise, les autres paramètres susceptibles d'influencer la stratégie d'intervention seraient le point d'impact prévu sur la Terre et la vulnérabilité de la zone concernée par cet impact. Les diverses possibilités de déviation et les incidences d'une stratégie de déviation particulière (préparation technique, acceptabilité politique, coût de développement et de réalisation, modification du point d'impact) devraient également être examinées par rapport aux autres solutions envisageables. L'Équipe a admis la possibilité qu'une menace de collision donnée ne concerne que des pays n'ayant pas d'activités spatiales, et que la menace devrait donc être abordée sur le plan international. Il serait peut-être préférable qu'un acteur qui en a les moyens organise une mission de déviation plutôt que de répartir les rôles entre différents groupes d'agences, en raison de la complexité d'une telle mission et de l'intérêt politique qu'il peut y avoir de protéger des informations techniques sensibles. L'Équipe a donc envisagé diverses options pour divers scénarios types d'impacts, dans le cadre desquels des rôles précis seraient confiés à des acteurs déterminés. À cet égard, elle a conclu à la nécessité d'un forum technique international, qui permettrait de définir divers scénarios de collision probables, ainsi que les diverses mesures envisageables, ce de façon suffisamment détaillée pour permettre d'établir des calendriers de mission fiables et de déterminer les délais dans lesquels la communauté internationale devrait se prononcer pour faire face à une menace précise. En outre, elle a considéré que, dans l'état actuel de nos connaissances, on ne pouvait déterminer l'efficacité relative des diverses stratégies d'action, car si la mission Deep Impact avait jeté quelque lumière sur la déviation cinétique, cette dernière n'était pas mesurable en raison du diamètre (de l'ordre de 6 kilomètres) de la comète cible, et des effets du dégazage cométaire. Elle en a conclu qu'il restait à démontrer de manière probante les effets de la déviation cinétique, que la conception et la réalisation de missions d'essai constituaient un objectif prudent et prioritaire pour un avenir proche, et que celles-ci devaient se dérouler avec une participation internationale. L'équipe a aussi relevé que le septième Programme cadre de la Commission européenne (EC FP7) incluait un appel à propositions, "Proposition relative à la lutte contre les risques présentés par les objets géocroiseurs" (SPA.2011.2.3-01), émis le 20 juillet 2010, invitant des partenaires tels les États-Unis et la Fédération de Russie à participer à la première étude préliminaire des techniques de réduction des risques. L'Équipe a noté avec satisfaction que la proposition retenue, nommée NEOShield, faisait intervenir 13 partenaires (entités gouvernementales et non gouvernementales) d'Allemagne, d'Espagne, des États-Unis, de France, de Fédération de Russie, et du Royaume-Uni de Grande Bretagne et d'Irlande du Nord et serait coordonnée par la DLR. Les activités de NEOShield portaient sur les aspects suivants: méthodes de réduction des risques, propriétés physiques des objets géocroiseurs, développement des techniques, missions de démonstration et feuille de route pour une action mondiale. Au total, un financement de 538 millions d'euros avait été approuvé pour une durée de trois ans et demi.

27. L'Équipe a salué les travaux du Conseil consultatif de la Génération spatiale et le fait que celui-ci ait reconnu l'importance de l'Année internationale de l'Astronomie, qui sert de cadre à la sensibilisation du public, notamment des jeunes, aux questions relatives aux objets géocroiseurs. Entre autres initiatives, le Conseil a

organisé l'édition 2011 du concours de documents techniques sur les méthodes de détection, déviation et les systèmes d'alertes aux astéroïdes, qui se tient chaque année depuis 2008. Des experts ont examiné les propositions, et l'auteur de la contribution qui a été retenue s'est vu offrir un voyage pour présenter son dossier concernant une nouvelle méthode de déviation au Congrès annuel de la génération spatiale et au soixante-deuxième Congrès astronautique international, en 2011. Le Conseil entend ainsi continuer à sensibiliser les jeunes, à les impliquer dans le domaine des objets géocroiseurs, et à les informer des questions d'actualité, telles les travaux de l'Équipe.

## **F. Orientations**

28. L'Équipe a reconnu que la menace d'une collision avec des objets géocroiseurs était réelle et qu'une telle collision, bien que peu probable, pourrait être catastrophique. Selon toute probabilité, ses effets seraient aveugles (ils ne se limiteraient pas au pays où aurait lieu l'impact) et qu'ils pourraient être d'une ampleur telle que le risque représenté devrait être considéré comme un problème mondial auquel on ne pourrait faire face que par une coopération et une coordination internationales. L'ONU aurait donc un rôle important à jouer dans le processus de définition des orientations nécessaires.

29. Un autre défi se pose à la communauté internationale, à savoir qu'au cours des quinze années à venir, la Terre aura toutes chances de se sentir menacée par un objet géocroiseur (bien qu'il soit probable que cet objet ne fasse que la frôler), situation qui oblige à anticiper et à prendre des décisions cruciales sur l'opportunité d'agir pour protéger la vie sur Terre d'un tel impact avant même d'avoir pris la véritable mesure de la menace effective. Cela tient à l'accélération du rythme des découvertes d'objets géocroiseurs et du développement des capacités d'intervention permettant de prévenir une collision en déviant ces objets. Il est encore plus probable que les pays ayant des activités spatiales devront choisir entre action et inaction, car ils devront selon toute vraisemblance prendre une décision avant d'avoir la certitude qu'une collision se produira ou non. La fréquence avec laquelle des décisions devraient être prises pourrait donc être considérablement plus élevée que l'incidence des collisions. Si l'humanité était avertie qu'une collision allait se produire et savait qu'il existait des moyens de faire dévier l'objet géocroiseur et éviter cette collision, elle porterait immanquablement la responsabilité des conséquences de son action ou de son inaction. Étant donné que la planète entière est menacée par les objets géocroiseurs et que la déviation entraînerait forcément une augmentation momentanée de ce risque pour des populations qui autrement n'y seraient pas exposées, l'ONU pourrait être appelée à faciliter les efforts mondiaux visant à déterminer les avantages et les inconvénients d'une telle intervention, et à arrêter les mesures à prendre collectivement.

30. Ayant reconnu la nécessité de faire avancer le processus décisionnel sur les objets géocroiseurs, le Comité des objets géocroiseurs de l'Association des explorateurs de l'espace a tenu, en septembre 2008, une série d'ateliers internationaux et transmis son rapport très attendu à l'Équipe (voir A/AC.105/C.1/L.298, annexe). L'Équipe a salué ce rapport qui constitue une contribution importante à un éventuel cadre d'action sur les objets géocroiseurs, et a reconnu qu'il serait très utile pour l'élaboration du plan de travail du Groupe sur les

objets géocroiseurs pour examiner les politiques envisageables face à la menace des objets géocroiseurs et de présenter des propositions en vue de l'établissement de procédures internationales pour parer à cette menace.

31. L'Équipe s'est réunie lors de la quarante-sixième session du Sous-Comité scientifique et technique, en février 2009, afin d'examiner le rapport de l'Association des explorateurs de l'espace dans la perspective d'élaborer un projet de procédures internationales visant à parer au risque que représentent les objets géocroiseurs. L'Équipe a achevé un premier examen du document pendant la trente-troisième session du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique en juin 2009, et a joint l'avant-projet de procédures internationales sous forme d'annexe à son rapport intérimaire adressé au Sous-Comité (A/AC.105/C.1/L.301). En février 2010, le Groupe de travail a examiné le projet de procédures lors de la quarante-septième session du Sous-Comité. À cette session, le Groupe de travail a entendu des observations sur le rapport intitulé "Aspects juridiques de la réponse à la menace des objets géocroiseurs et questions institutionnelles s'y rapportant", établi par l'Université du Nebraska à Lincoln (États-Unis), dans lequel étaient examinées les principales questions juridiques et institutionnelles liées aux menaces que pourraient poser à l'avenir les objets géocroiseurs. Le Groupe de travail a par ailleurs été informé de la tenue d'un atelier sur la création d'un réseau d'information, d'analyse et d'alerte sur les objets géocroiseurs, organisé par l'Association des explorateurs de l'espace et la Secure World Foundation, avec l'appui du Centre régional de formation aux sciences et techniques spatiales pour l'Amérique latine et les Caraïbes, à Mexico en janvier 2010.

32. Dans son rapport au Sous-Comité (A/AC.105/958, annexe III, par. 5 et 7), le Groupe de travail est convenu que les résumés relatifs à l'atelier de Mexico et au rapport établi par l'Université du Nebraska à Lincoln pourraient être examinés par l'Équipe entre les sessions à tenir en 2010 et en 2011, et que le travail intersessions pour la période 2010-2011 pourrait inclure des ateliers faisant participer des experts de diverses disciplines liées aux projets de recommandations établis par l'Équipe. Celle-ci s'est réunie pendant la cinquante-troisième session du Comité, en juin 2010, et a examiné les résumés mentionnés ci-dessus. La Secure World Foundation, l'Association des explorateurs de l'espace et l'ESA ont parrainé un atelier intitulé: "Objets géocroiseurs – Groupe chargé de la planification et de l'exécution de missions", qui s'est tenu à Darmstadt (Allemagne) du 27 au 29 octobre 2010 pour traiter de la planification et des opérations d'une campagne de déviation d'objets géocroiseurs. Le résumé de cet atelier a été communiqué à l'Équipe. Le rapport intérimaire de l'Équipe pour 2010-2011 (A/AC.105/C.1/L.308), y compris les projets de recommandations pour une réponse internationale aux risques d'impact d'objets géocroiseurs, présente les informations qui ont résulté du travail intersessions récapitulé ci-dessus.

33. À sa cinquante-quatrième session, en juin 2011, le Comité a fait siennes les recommandations du Sous-Comité scientifique et technique et de son Groupe de travail sur les objets géocroiseurs (A/AC.105/987, annexe III, par. 10) qu'il faudrait charger l'Équipe sur les objets géocroiseurs de poursuivre ses travaux sur les projets de recommandations pour une réponse internationale aux risques d'impact d'objets géocroiseurs. Le Comité est également convenu que les travaux intersessions qui seraient menés durant la période 2011-2012 pourraient comprendre l'organisation,

sous l'égide de l'Équipe, d'ateliers qui permettraient de réunir des experts sur divers aspects des projets de recommandations de l'Équipe, et la tenue de réunions d'experts qui pourraient faciliter la création d'un groupe chargé de planifier les missions et les opérations.

34. L'atelier sur les recommandations internationales pour la réduction de la menace des objets géocroiseurs a été organisé par l'Équipe à Pasadena (États-Unis) les 25 et 26 août 2011, avec l'appui technique du programme de la NASA relatif aux objets géocroiseurs et le soutien financier de la Secure World Foundation. L'atelier a abordé des questions fondamentales se rapportant à l'action et la coopération dont aurait besoin un groupe de planification des missions et des opérations pour se préparer à une éventuelle menace d'impact d'objets géocroiseurs. Les principaux résultats de l'atelier ont été l'établissement d'un projet préliminaire de mandat pour un groupe de planification des missions et des opérations, qui constituerait une composante essentielle du système global de réduction de la menace posée par les objets géocroiseurs, et une version actualisée du rapport intérimaire de l'Équipe qui serait présenté au Sous-Comité scientifique et technique à sa quarante-neuvième session.

35. Les 14 et 15 novembre 2011, le Groupe de travail sur les communications avec les médias et la gestion des risques a tenu une réunion au Laboratoire de physique atmosphérique et spatiale de l'Université du Colorado à Boulder (États-Unis). Cette manifestation était coparrainée par la Secure World Foundation et l'Association des explorateurs de l'espace. Le Groupe de travail, composé de journalistes, de spécialistes des médias et de spécialistes de la gestion des risques, s'est réuni pour examiner comment informer au mieux le public des risques d'impact d'astéroïdes géocroiseurs pour éviter les informations mensongères et contribuer à donner des orientations sur l'élaboration d'un plan de formation et de sensibilisation qui favoriserait la communication rapide d'informations exactes sur les effets possibles des objets géocroiseurs potentiellement dangereux.

36. Les projets de recommandations pour une réponse internationale aux risques d'impact d'objets géocroiseurs (A/AC.105/C.1/L.317), établis par l'Équipe en vue d'être examinés par le Sous-Comité à sa quarante-neuvième session, contiennent des informations résultant des travaux menés au cours de la période intersessions en 2011 résumés ci-dessus.