



# Assemblée générale

Distr. limitée  
10 décembre 2008  
Français  
Original: anglais

---

**Comité des utilisations pacifiques  
de l'espace extra-atmosphérique**  
Sous-Comité scientifique et technique  
Quarante-sixième session  
Vienne, 9-20 février 2009  
Point 11 de l'ordre du jour provisoire\*  
**Objets géocroiseurs**

## Objets géocroiseurs

### Rapport intérimaire de l'Équipe sur les objets géocroiseurs (2008-2009)

#### I. Introduction

1. L'Équipe sur les objets géocroiseurs<sup>1</sup> a été 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), et elle 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.

---

\* A/AC.105/C.1/L.297.

<sup>1</sup> Un objet géocroiseur est un astéroïde ou une comète dont l'orbite passe à proximité de la Terre, c'est-à-dire, selon les définitions usuelles, à moins de 45 millions de kilomètres de l'orbite de celle-ci. Il peut s'agir d'un objet qui se rapprochera de la Terre à un certain moment 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 placés sur des orbites qui les amènent à s'approcher de la Terre.



2. À sa cinquante et unième session, en 2008, le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a noté avec satisfaction le travail accompli par le Groupe de travail sur les objets géocroiseurs du Sous-Comité scientifique et technique et par l'Équipe sur les objets géocroiseurs, et a approuvé le nouveau plan de travail pluriannuel suivant pour 2009-2011<sup>2</sup>:

2009 Examiner les rapports faisant suite à la demande annuelle d'informations sur les activités concernant les objets géocroiseurs et poursuivre les travaux durant la période intersessions. Continuer de revoir les politiques et les procédures relatives à la gestion des risques que présentent les objets géocroiseurs au niveau international et envisager de rédiger des procédures internationales en la matière. Dans le cadre de l'Année astronomique internationale 2009, mener des activités de sensibilisation à ces risques. Examiner et actualiser le rapport intérimaire de l'Équipe sur les objets géocroiseurs.

2010 Examiner les rapports faisant suite à la demande annuelle d'informations sur les activités concernant les objets géocroiseurs et poursuivre les travaux durant la période intersessions. Continuer de rédiger des procédures internationales relatives à la gestion des risques que présentent les objets géocroiseurs et susciter une adhésion à ces procédures. Examiner l'état d'avancement de la coopération et de la collaboration internationales dans le domaine de 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. Examiner et actualiser le rapport intérimaire de l'Équipe sur les objets géocroiseurs.

2011 Examiner les rapports faisant suite 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 permettant de faire face à la menace que posent les objets géocroiseurs et mobiliser les acteurs internationaux. Examiner l'état d'avancement de la coopération et de la collaboration internationales dans le domaine de l'observation des objets géocroiseurs et de l'échange, du traitement, de l'archivage et de la diffusion de données pour consolider les capacités internationales de détection des risques liés aux objets géocroiseurs. Examiner le rapport final de l'Équipe sur les objets géocroiseurs.

3. Le présent rapport intérimaire résume les contributions des membres de l'Équipe sur les objets géocroiseurs pour 2008-2009 et actualise le rapport intérimaire précédent établi pour 2007-2008 (A/AC.105/C.1/L.295). 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 protection 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

---

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

dans les rapports nationaux annuels communiqués au Comité par les États membres ainsi que dans les présentations faites par les membres du Comité et les observateurs devant le Sous-Comité à sa session annuelle.

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

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

4. Pour parer au risque posé par un objet géocroiseur, il faut d'abord détecter sa présence et déterminer sa taille d'après sa trajectoire et sa magnitude apparente. Ce sont les États-Unis d'Amérique qui apportent la contribution la plus significative dans le domaine de la détection des objets géocroiseurs et de leur caractérisation à distance. En effet, le programme de la NASA relatif aux objets géocroiseurs finance cinq équipes de recherche qui exploitent neuf télescopes d'observation distincts de la classe 1 mètre (huit en différents endroits dans le sud-ouest des États-Unis et un en Australie) qui permettent habituellement de détecter des objets jusqu'à une magnitude 20. Les observations de suivi des orbites faites par divers astronomes professionnels et amateurs dans le monde entier viennent compléter ce programme.

5. 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 ayant un diamètre supérieur à un kilomètre. Au 1<sup>er</sup> octobre 2008, 823 objets de plus d'un kilomètre de diamètre avaient été décelés, leur nombre total étant estimé à moins de mille. 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.

6. 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 un kilomètre constituaient probablement une menace plus immédiate pour la Terre que les objets de taille kilométrique, qui étaient moins nombreux. Elle a noté 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. Elle a également relevé que certains objets géocroiseurs étaient de nature binaire, c'est-à-dire qu'ils étaient accompagnés de satellites qui étaient eux-mêmes assez grands pour poser un risque et pourraient compliquer l'élaboration de plans de déviation. Elle s'est donc dite préoccupée par le fait que le radar planétaire d'Arecibo, exploité par l'Université Cornell pour le compte de la National Science Foundation des États-Unis, qui était l'instrument le plus performant du monde pour déterminer l'orbite d'objets géocroiseurs tel qu'Apophis, évaluer leur taille et leur rotation, et détecter les corps les accompagnant, devait être mis à l'arrêt lors du passage d'Apophis en 2012-2013. L'Équipe a estimé que le radar d'Arecibo serait très utile pendant cette période pour déterminer l'ampleur du risque de collision entre Apophis et la Terre en 2036 et qu'il le resterait sans doute encore à mesure que de nouveaux objets seraient découverts.

7. L'Équipe a convenu de l'opportunité de mener une campagne coordonnée d'observation pendant l'hiver 2012-2013, lorsque Apophis aura une magnitude apparente d'environ 17 ( $M_v \sim 17$ ), afin de perfectionner ses éphémérides et notamment de déterminer la magnitude des forces non gravitationnelles (effet Yarkovsky) qu'il faut connaître pour en extrapoler l'orbite. Comme Apophis se trouvera au-dessus de l'hémisphère Sud, ce sont principalement des observatoires d'Afrique, d'Australie et d'Amérique du Sud qui participeraient à cette campagne.

8. L'Équipe a noté avec satisfaction que le Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System (Pan-STARRS), financé par les forces aériennes des États-Unis, devait commencer sous peu à exploiter son premier instrument prototype. Celui-ci, qui permet 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 réalisé grâce au concours financier de la NASA, laquelle financera aussi en partie à compter de 2009 l'exploitation de Pan-STARRS-1 aux fins de la recherche d'objets géocroiseurs. La Division des sciences planétaires de la NASA finance aussi des travaux visant à incorporer des moyens de détection des objets géocroiseurs dans le segment traitement des données de la mission Wide-field Infrared Survey Explorer (WISE) (qui sera lancée dans un proche avenir), 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 en quatre bandes infrarouges, mais lors de la collecte de ces données au cours des six mois que devrait durer la mission principale, la signature infrarouge de nombreux objets géocroiseurs et d'autres astéroïdes et comètes pourrait être extraite et traitée afin d'établir des observations destinées au Centre des planètes mineures. Les données d'imagerie transitoires seraient aussi archivées en vue de servir à établir des estimations plus exactes de la taille des objets connus et de donner un autre moyen d'obtenir des observations préalables à leur découverte (extraction de données d'observation des images archivées après la découverte d'un objet et possibilité d'en déterminer les positions précédentes par corrélation à partir des jeux d'images archivés). Comme cette extension de la mission n'exigeait que des ajouts au dispositif de traitement au sol des données WISE, elle pourrait être apportée en dépit du fait que l'engin spatial devait être lancé d'ici moins d'un an. Environ 200 nouveaux objets géocroiseurs devraient être décelés pendant cette mission de six mois, et celle-ci pourrait être prolongée de six mois si elle donnait de bons résultats, doublant ainsi la quantité de données susceptibles d'être obtenues. L'Équipe a encouragé les agences spatiales à envisager de tels objectifs principaux et secondaires complémentaires lors de missions futures.

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

9. L'Équipe a jugé important d'attribuer aux objets détectés depuis le sol un identificateur unique et de déterminer avec précision leurs orbites afin de mesurer la menace de collision avec la Terre. Le Centre des planètes mineures joue un rôle fondamental à cet égard. Le Centre est administré par l'Observatoire d'astrophysique Smithsonian, 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 entier. 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 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)).

10. L'Équipe a reconnu que le Centre jouait un rôle déterminant dans la diffusion et la coordination des observations et s'est félicitée que la NASA ait confirmé qu'elle apporterait un appui accru au Centre 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 d'avis qu'il serait utile de doter le Centre d'un site "miroir", qui pourrait être hébergé en Europe ou en Asie. Les 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.

11. Quotidiennement, le Centre des planètes mineures met des données astrométriques sur les objets géocroiseurs à la disposition du NEO Program Office et d'un centre parallèle, mais indépendant, de calcul d'orbite situé à Pise (Italie) et comprenant un site miroir à Valladolid (Espagne). Par l'intermédiaire du système Sentry du Jet Propulsion Laboratory de la NASA (<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. Pour les besoins du système Sentry, ces objets sont classés par ordre de priorité, en fonction des risques d'approche serrée de l'orbite terrestre et de la qualité des

données orbitales les concernant. Le système actualise quotidiennement les orbites d'environ 40 objets géocroiseurs de manière automatique, et des tableaux indiquant les risques d'approche serrée 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 cinq analyses de risques sont effectuées chaque jour, chacune donnant 10 000 solutions différentes jusqu'à l'horizon 2105. Cette opération est effectuée également en parallèle 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'orbite 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 des observateurs sur le fait que des données supplémentaires provenant d'observations futures ou d'archives sont nécessaires.

12. L'Équipe a noté que Sentry et NEODyS (Near-Earth Objects Dynamic Site) 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 pourront y accorder un certain crédit. Le système Sentry étant financé dans le cadre du programme sur les objets géocroiseurs de la NASA, son avenir opérationnel peut être considéré comme relativement assuré. En revanche, le financement à long terme de NEODyS est plus incertain. Comme pour le Centre des planètes mineures, l'Équipe a jugé qu'une capacité indépendante mais complémentaire du système Sentry était indispensable pour faire vérifier et valider de manière indépendante les approches serrées prévues.

13. L'Équipe a été particulièrement heureuse de constater l'efficacité du processus ci-dessus à l'occasion de la récente découverte puis de l'écrasement sur la Terre de NEO 2008 TC3. Cet objet très petit (environ 3 mètres de diamètre) avait été décelé par l'équipe du Catalina Sky Survey des États-Unis à peine vingt 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 la NASA et le Jet Propulsion Laboratory. Tandis que le Centre demandait à tous les observateurs disponibles de le suivre 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 douze heures qui ont suivi, quelque 570 observations faites par 27 observateurs dans le monde entier ont été transmises au Centre. Se fondant sur les prévisions précises établies par le Jet Propulsion Laboratory et NEODyS, 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 à 2 h 45 (Temps universel coordonné) le 7 octobre 2008. Communiquées six heures à l'avance, ces informations ont concordé à quelques secondes près avec les observations des satellites météorologiques et les relevés des capteurs d'ultrasons.

14. Ayant constaté le rôle vital joué par le Centre, l'Équipe a été heureuse d'apprendre que la Division des sciences planétaires de la NASA continuait à financer le fonctionnement et la modernisation du Centre, dont elle couvrait la quasi-totalité (plus de 90 % des besoins financiers). Soulignant l'importance de

NEODyS, l'Équipe a formulé l'espoir que l'on puisse trouver un financement aussi solide pour l'équipe de l'Université de Pise, le cas échéant au moyen du projet de programme de veille spatiale qui avait été examiné par les États membres de l'Agence spatiale européenne lors du conseil ministériel de novembre 2008.

### C. Détermination des conséquences

15. L'Équipe a reconnu que lorsqu'ils examinent la politique scientifique de lutte contre le risque posé par les objets géocroiseurs, il importe que les gouvernements 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 habituelles, une énergie de 10 à 15 mégatonnes, ce qui correspondrait à un aérolithe d'environ 60 mètres de diamètre. L'Équipe a noté que Mark Boslough, des Sandia National Laboratories (États-Unis), avait établi sur superordinateur de nouvelles simulations indiquant que l'explosion aurait été 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 justes, la fréquence probable de tels impacts ne serait plus 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.

### D. Caractérisation *in situ*

16. L'Équipe a relevé l'importance de la mission Hayabusa (MUSES-C) sur l'astéroïde géocroiseur 25143 Itokawa à la fin de 2005, en raison non seulement des connaissances scientifiques qui ont été acquises sur les caractéristiques de l'astéroïde, comme sa topographie et sa composition, mais aussi des enseignements opérationnels importants qui ont été tirés des opérations effectuées sur l'astéroïde et à proximité dans un environnement à très faible gravité, et des incidences sur les enquêtes *in situ* à venir et 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 attend avec intérêt les prochaines missions qui vont leur être consacrées.

17. L'Équipe a été heureuse d'apprendre que le Conseil spatial de l'Académie des sciences de Russie et l'Agence spatiale fédérale russe avaient décidé de financer une étude de faisabilité sur une mission spatiale peu coûteuse vers Apophis en 2013.

Cette mission aurait pour but principal de mettre un répéteur sur orbite autour de l'astéroïde, afin de mieux déterminer son orbite. L'Équipe s'est réjouie d'apprendre aussi 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, attendue en 2012 ou 2013. Cette étude prévoit que ce satellite serait lancé en tant que charge utile secondaire à partir d'un satellite primaire sur orbite géosynchrone et rejoindrait Apophis environ un an plus tard, lors de son prochain passage à proximité de la Terre. 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 cent années à venir. La NASA a également financé la participation d'une équipe scientifique des États-Unis à l'étude et au développement du projet de mission Marco Polo que l'Agence spatiale européenne envisage de mener dans le cadre de son programme Vision cosmique et qui aurait pour but de ramener des échantillons prélevés sur un objet géocroiseur.

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

18. 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 évacuant celle-ci ou en prenant des mesures similaires.

19. 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 à 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. 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 y a à protéger des informations techniques sensibles. L'Équipe a donc envisagé diverses options pour divers scénarios d'impacts convenus dans le cadre desquels des rôles précis étaient confiés à des acteurs déterminés. 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 pour faire face à une menace précise, et ce, de façon suffisamment détaillée pour permettre d'établir des calendriers de mission fiables et déterminer les délais dans lesquels la communauté internationale devrait se prononcer à leur sujet.

20. Le Comité des objets géocroiseurs de l'Association des explorateurs de l'espace a fait savoir à l'Équipe sur les objets géocroiseurs que la Fondation B612 l'avait informé que l'analyse détaillée qu'elle avait confiée au Jet Propulsion Laboratory sur les possibilités d'un mécanisme de déviation appelé "remorqueur



gravitationnel” avait été achevée et que ses résultats avaient été mis à disposition<sup>3</sup>. Sachant qu’une campagne de déviation, pour être couronnée de succès, devait remplir plusieurs fonctions essentielles, notamment déterminer *in situ* l’orbite exacte d’un objet géocroiseur menaçant avant et après la déviation et modifier avec précision cette orbite afin d’assurer que l’objet, au moment où il passe au plus près de la Terre, évite les “trous de serrure” qui permettraient son retour, la Fondation B612 a chargé le Jet Propulsion Laboratory d’étudier ces deux fonctions de déviation cruciales, et celui-ci a confirmé que le remorqueur gravitationnel pouvait les remplir. L’Équipe s’est félicitée de ces nouveaux éclairages sur les mesures envisageables pour se protéger des objets géocroiseurs potentiellement dangereux.

## F. Orientations

21. 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 ne se limiteraient pas au pays où aurait lieu l’impact et pourraient être d’une ampleur telle que le risque représenté par les objets géocroiseurs devrait être considéré comme un problème mondial auquel on ne pourrait faire face que par la coopération et la coordination internationales. On ne connaît aucun pays ayant une stratégie nationale face aux objets géocroiseurs. L’ONU a donc un rôle important à jouer en fournissant les informations voulues pour définir les orientations nécessaires.

22. Il est probable que, dans les 15 années à venir, la communauté internationale se sente menacée par un objet géocroiseur (bien qu’il soit plus probable que cet objet ne fasse que frôler la Terre), ce qui obligera, avant d’avoir la certitude qu’un impact se produira, de prendre des décisions cruciales sur l’opportunité d’agir et, le cas échéant, sur la nature de cette action, pour protéger la vie sur Terre d’un tel impact. Elle se trouvera devant ce dilemme en raison de l’accélération du rythme des découvertes d’objets géocroiseurs et du développement des capacités permettant de prévenir une collision en faisant dévier ces objets. La fréquence avec laquelle des décisions devront être prises pourrait donc être considérablement plus élevée que la fréquence statistique 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 pour éviter cette collision, elle serait inévitablement responsable des conséquences qu’emporterait son action ou son inaction. Étant donné que la planète entière est menacée par les objets géocroiseurs et que l’élimination du risque global au moyen d’une stratégie de déviation entraînerait forcément une augmentation momentanée de ce risque pour des populations qui autrement n’y seraient pas exposées, l’ONU serait nécessairement 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.

23. 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 une série d’ateliers internationaux sur cette question,

---

<sup>3</sup> Ce rapport sur l’efficacité du remorqueur gravitationnel est consultable sur le site Web de la Fondation B612 ([www.b612foundation.org/press/press.html](http://www.b612foundation.org/press/press.html)).

qui s'est achevée en septembre 2008. Afin d'aider à traiter la multitude des questions géopolitiques qui se posent, le Comité a créé un groupe international sur la protection contre les astéroïdes, composé de diplomates, de juristes, de techniciens et de spécialistes de la gestion des catastrophes. Ce groupe a transmis son rapport à l'Équipe sur les objets géocroiseurs, pour examen<sup>4</sup>. Les principales constatations et recommandations de ce rapport mettent en évidence trois impératifs fonctionnels cruciaux en matière de protection contre les astéroïdes: a) mettre en place d'un commun accord un mécanisme d'information, d'analyse et d'alerte concernant les menaces que représentent les objets géocroiseurs; b) coordonner la planification des missions spatiales, celles-ci étant menées par les agences spatiales qui en ont les moyens, y compris en coopération; c) créer un groupe de surveillance des objets géocroiseurs représentant la communauté internationale ayant pour mandat de définir des critères et des politiques visant à assurer une action internationale concertée. L'Équipe a salué dans ce rapport 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 ainsi que pour aider celui-ci à examiner les politiques envisageables pour faire face à la menace des objets géocroiseurs et à présenter des propositions en vue de l'établissement de procédures internationales pour parer à cette menace.

---

<sup>4</sup> Le rapport du Groupe d'experts international sur la protection contre les astéroïdes est consultable sur le site Web de l'Association des explorateurs de l'espace ([www.space-explorers.org/committees/NEO/docs/ATACGR.pdf](http://www.space-explorers.org/committees/NEO/docs/ATACGR.pdf)).

## Annex

### **Summary of the report of the Association of Space Explorers International Panel on Asteroid Threat Mitigation entitled “Asteroid threats: a call for a global response”\***

1. The following individuals are members of the International Panel on Asteroid Threat Mitigation: Russell Schweickart\*\* (Chair), Adigun Ade Abiodun, Vallampadugai Arunachalam, Sergei Avdeev,\*\* Roger-Maurice Bonnet, Sergio Camacho-Lara, Franklin Chang-Diaz,\*\* James George, Tomifumi Godai, Chris Hadfield,\*\* Peter Jankowitsch, Thomas Jones,\*\* Sergey Kapitza, Paul Kovacs, Walther Lichem, Edward Lu,\*\* Gordon McBean, Dorin Prunariu,\*\* Martin Rees, Karlene Roberts, Viktor Savinykh,\*\* Michael Simpson, Crispin Tickell, Frans von der Dunk, Richard Tremayne-Smith, James Zimmerman.

#### **A. Introduction**

2. In 2005, the Association of Space Explorers (ASE) recognized the global nature of the asteroid impact hazard. It noted that future impacts from near-Earth objects (NEOs) can occur anywhere on Earth and that the response required political will and technical capabilities to deflect a hazardous asteroid using the contributed expertise of all interested nations. Subsequently, ASE formed an NEO committee to consider the challenge of future asteroid impacts. Through its observer status on the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, ASE developed a plan to draft a document on an NEO decision-making process. It was agreed that the document be submitted for consideration and subsequent action through the relevant organizations of the United Nations.

3. ASE assembled its International Panel on Asteroid Threat Mitigation, enlisting volunteer experts in science, diplomacy, law and disaster management from around the world. That Panel, through ASE, has, over the past three years, continually advised the Committee’s Action Team on Near-Earth Objects about its work. The Action Team, aware of that progress in the drafting of decision-making procedures to respond to asteroid threats, accepted the report of the ASE International Panel for further consideration and action.

---

\* The summary of the report of the Association of Space Explorers International Panel on Asteroid Threat Mitigation entitled “Asteroid threats: a call for a global response” was transmitted to the Action Team on Near-Earth Objects on 25 September 2008. The summary is reproduced in the present annex in the form in which it was received for consideration by the Working Group on Near-Earth Objects of the Scientific and Technical Subcommittee of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space at the forty-sixth session of the Subcommittee. The full text of the report is available on the website of the Association of Space Explorers (<http://www.space-explorers.org/committees/NEO/docs/ATACGR.pdf>). The definition of terms and concepts used in the summary of the report are contained in the full report.

\*\* Member of the Committee on Near-Earth Objects of the Association of Space Explorers.

4. The report conveys the findings of the International Panel on Asteroid Threat Mitigation to the appropriate United Nations organs and programmes. The submission of the report begins the process of developing a global response to existing and future asteroid threats.

## **B. Background**

5. The Earth's geological and biological history is punctuated by evidence of repeated and devastating impacts from space. Sixty-five million years ago, an asteroid impact caused the extinction of the dinosaurs, along with some 70 per cent of the Earth's living species. A more typical recent impact was the 1908 Tunguska Event, a 3-5 megaton explosion that destroyed 2,000 square kilometres of Siberian forest.

6. A future asteroid collision could have disastrous effects on our interconnected human society. The blast, fires and atmospheric dust produced could cause the collapse of regional agriculture, leading to widespread famine. Ocean impacts such as the Eltanin event (2.5 million years ago) produce tsunamis which devastate continental coastlines. The impact of asteroid 99942 Apophis, which has a 1-in-45,000 chance of striking the Earth in 2036, would generate a 500-megaton blast and inflict enormous damage.

7. Devastating impacts are clearly infrequent events compared with a human lifetime: events of the scale of the Tunguska event, thought to be caused by the impact of a 45-meter-wide asteroid, occur, on average, two or three times every thousand years. However, when NEO impacts occur, they can cause terrible destruction, dwarfing that caused by more familiar natural disasters.

8. Advances in observing technology will lead to the detection of over 500,000 NEOs over the next 15 years. Of those, several dozen will pose an uncomfortably high risk of striking the Earth and inflicting local or regional devastation.

## **C. The need for a global response**

9. Faced with such a threat, we are far from helpless. Astronomers today can detect a high proportion of NEOs and predict potential collisions with the Earth. Evacuation and mitigation plans can be prepared to cope with an unavoidable impact. For the first time in our planet's 4.5-billion-year history, the technical capacities exist to prevent such cosmic collisions with the Earth. The keys to a successful outcome in all cases are preparation, planning and timely decision-making.

10. Efforts to deflect an NEO will temporarily put different populations and regions at risk in the process of eliminating the risk to all. Questions arise regarding the authorization and responsibility to act, liability and financial implications. These considerations make it inevitable that the international community, through the United Nations and its appropriate organs, will be called upon to make decisions on whether or not to deflect an NEO, and how to direct a proposed deflection campaign. Because of the substantial lead time required for a deflection, decisions will have to

be taken before it is certain that an impact will occur. Such decisions may have to be made as much as ten times as often as the occurrence of actual impacts.

11. Existing space technology makes possible the successful deflection of the vast majority of hazardous NEOs. However, once a threatening object is discovered, maximizing the time to make use of that technology will be equally important. Failure to put in place an adequate and effective decision-making mechanism increases the risk that the international community will delay in the face of such a threat. Such a delay will reduce the time available for mounting a deflection campaign. Therefore, timely adoption of a decision-making programme is essential to enabling effective action.

12. Within 10-15 years, the United Nations, through its appropriate organs, will face decisions about whether and how to act to prevent a threatening impact. To counter a threat of global dimensions, information-sharing and communication capabilities must be harnessed to identify and warn society of hazardous NEOs. To prevent an actual impact, an international decision-making programme, including necessary institutional requirements, must be agreed upon and implemented within the framework of the United Nations.

13. ASE and its International Panel on Asteroid Threat Mitigation propose the following programme.

#### **D. Proposed Programme for Action**

14. Because NEO impacts represent a global, long-term threat to the collective welfare of humanity, an international programme and set of preparatory measures for action should be established. Once in place, those measures should enable the global community to identify a specific impact threat and decide on effective prevention or disaster responses.

15. A global, coordinated response by the United Nations to the NEO impact hazard should ensure that three logical, necessary functions are performed, as described in the following three recommendations.

##### **1. Information-gathering, analysis and warning**

###### *Recommendation 1*

16. An Information, Analysis and Warning Network (IAWN) should be established. This network would operate a global system of ground- and/or space-based telescopes to detect and track potentially hazardous NEOs. The network, using existing or new research institutions, should analyse NEO orbits to identify potential impacts. The network should also establish criteria for issuing NEO impact warnings.

##### **2. Mission planning and operations**

###### *Recommendation 2*

17. A Mission Planning and Operations “Group”, drawing on the expertise of the space-faring nations, should be established and mandated to outline the most likely options for NEO deflection missions. This group should assess the current global

capacity to deflect a hazardous NEO by gathering necessary NEO information, identifying required technologies and surveying the NEO-related capabilities of interested space agencies. In response to a specific warning, the group should use these mission plans to prepare for a deflection campaign to prevent the threatened impact.

### **3. Near-Earth object threat oversight and recommendation for action**

#### *Recommendation 3*

18. The United Nations should exercise oversight of the above functions through an intergovernmental Mission Authorization and Oversight “Group”. This group would develop the policies and guidelines that represent the international will to respond to the global impact hazard. The Mission Authorization and Oversight Group should establish impact risk thresholds and criteria to determine when to execute an NEO deflection campaign. The Mission Authorization and Oversight Group would submit recommendations to the United Nations Security Council for appropriate action.

19. These three functions are further elaborated in the appendix to this summary report.

## **E. Conclusion and way forward**

20. The Association of Space Explorers and its International Panel on Asteroid Threat Mitigation are confident that with a programme for concerted action in place, the international community can prevent most future impacts. The Association of Space Explorers and its International Panel are firmly convinced that if the international community fails to adopt an effective, internationally mandated programme, society will likely suffer the effects of some future planetary disaster—intensified by the knowledge that loss of life, economic devastation and long-lasting societal disruption could have been prevented. Scientific knowledge and existing international institutions, if harnessed today, offer society the means to avoid such a catastrophe. We cannot afford to shirk that responsibility.

21. Humankind now possesses the technology to provide the first two essential elements necessary to protect the planet from asteroid impacts. Early impact warning is already under way for the largest objects of concern, and new telescopes will soon increase the capability to provide impact warning for more numerous smaller objects of concern. Asteroid deflection capability, while not yet proven, is possible with current spaceflight technology and is being actively investigated by several of the world’s space agencies. The missing third element is the readiness and determination of the international community to take concerted action in response to a perceived threat to the planet.

22. An adequate global action programme must include deflection criteria and campaign plans that can be implemented rapidly and with little debate by the international community. In the absence of an agreed-upon decision-making process, we may lose the opportunity to act against an NEO in time, leaving evacuation and disaster management as our only response to an impending impact. The

international community should begin work now on forging its warning, technology, and decision-making capacities into an effective shield against a future collision.

## Appendix

### Implementation of the recommendations

#### A. Information, Analysis and Warning Network

1. Recommendation 1 calls for establishment of an Information, Analysis and Warning Network (IAWN). At the highest level, the responsibilities of such a network would include the following:

- (a) To serve as the official source of information on the NEO environment;
- (b) To designate and maintain the official clearing house for all NEO observations and impact analysis results;
- (c) To review the existing NEO information set provided by the Jet Propulsion Laboratory Sentry System and the Near Earth Objects Dynamic Site (NEODyS) and possibly recommend modifications to them;
- (d) To recommend policies to the NEO Threat Oversight Group (NTOG) regarding criteria for warning and, with the backing of the policy group issue “all-clears” and warnings;
- (e) To consider and recommend to NTOG a public information policy on emerging NEO impact threats and to explore threshold levels at which such information as the risk corridor, potential tsunami simulations and other potential impact information should be released to the public;
- (f) To identify, in cooperation with Member States of the United Nations, methods to engage designated national/international disaster response entities;
- (g) To assist in mitigation response planning;
- (h) To recommend, in cooperation with the Mission Planning and Operations Group, to the Mission Authorization and Oversight Group the criteria for initiating the planning of a deflection campaign;
- (i) To develop and recommend to NTOG minimum NEO threshold characteristics warranting international community attention;
- (j) To develop and recommend to NTOG a public information plan to include parameters, update criteria, dissemination means and an enquiry handling policy.

#### B. Mission Planning and Operations Group

2. Recommendation 2 calls for the establishment of a Mission Planning and Operations Group (MPOG). At the highest level, the responsibilities of such a Group would be the following:

- (a) To determine specific decision and event timelines for all NEOs identified for preliminary deflection campaign analysis;
- (b) To develop and recommend to NTOG a process for operational responsibility of deflection campaigns;



- (c) To evaluate and recommend to NTOG alternative deflection concepts proposed by space-faring nations;
- (d) To develop specific information required to support mission planning efforts and transmit them to IAWN;
- (e) To develop costing models for each approved deflection campaign concept and for each planning and mission operations event.

### **C. Near-Earth Object Threat Oversight Group**

Recommendation 3 calls for the establishment and tasking of an NEO Threat Oversight Group. At the highest level, the responsibilities of such a group would be the following:

- (a) To develop a policy to fund Member States that conduct authorized NEO activities on behalf of the international community and to submit final recommendations to the United Nations Security Council for adoption and implementation;
  - (b) To consider and propose for adoption, by the appropriate United Nations organs, threshold criteria for various alert, warning and action decisions submitted by IAWN;
  - (c) To consider and decide upon general policy issues presented and/or recommended by MPOG;
  - (d) To sit ex officio in all IAWN and MPOG sessions.
-