



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 géocroiseurs¹ 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.

¹ 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 2009-2011²:

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

² *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^{er} 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).

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). 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 disposition³. 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,

³ Ce rapport sur l’efficacité du remorqueur gravitationnel est consultable sur le site Web de la Fondation B612 (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 examen⁴. 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.

⁴ 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).

Annexe

Résumé du rapport du Comité d'experts internationaux sur la réduction de la menace des astéroïdes de l'Association des explorateurs de l'espace intitulé "Les menaces des astéroïdes: appel à une action mondiale"*

1. Le Comité d'experts internationaux sur la réduction de la menace des astéroïdes se compose des personnes suivantes: Russell Schweickart** (Président), 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. En 2005, l'Association des explorateurs de l'espace a reconnu la nature mondiale du risque de collision avec des astéroïdes géocroiseurs. Elle a noté que de telles collisions pouvaient survenir n'importe où sur la Terre et que la volonté politique ainsi que les capacités techniques de tous les pays intéressés seraient nécessaires pour faire dévier un astéroïde dangereux. Par la suite, l'Association a constitué un comité sur les objets géocroiseurs afin d'étudier la question des impacts futurs d'astéroïdes. En sa qualité d'observateur auprès du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, elle a établi un plan de rédaction d'un document sur le processus décisionnel relatif aux objets géocroiseurs qu'il a été convenu de soumettre aux organisations compétentes du système des Nations Unies pour examen et suite à donner.

3. Pour constituer son comité d'experts internationaux sur la réduction de la menace des astéroïdes, l'Association des explorateurs de l'espace a fait appel à des scientifiques, des diplomates, des juristes et des experts de la gestion des catastrophes du monde entier qui siègent à titre volontaire. Au cours des trois dernières années, l'Équipe sur les objets géocroiseurs a constamment bénéficié, dans le cadre de ses travaux, des conseils du Comité, par l'intermédiaire de

* Le résumé du rapport du Comité d'experts internationaux sur la réduction de la menace des astéroïdes de l'Association des explorateurs de l'espace intitulé "Les menaces des astéroïdes: appel à une action mondiale" a été communiqué à l'Équipe sur les objets géocroiseurs le 25 septembre 2008. On trouvera dans la présente annexe une traduction du texte de ce résumé, tel qu'il a été reçu pour examen par le Groupe de travail sur les objets géocroiseurs du Sous-Comité scientifique et technique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique à la quarante-sixième session du Sous-Comité. Le texte intégral de ce rapport (en anglais) est consultable sur le site Web de l'Association des explorateurs de l'espace (<http://www.space-explorers.org/committees/NEO/docs/ATACGR.pdf>). Les termes et notions employés dans le résumé y sont définis.

** Membre du Comité sur les objets géocroiseurs de l'Association des explorateurs de l'espace.

l'Association. Consciente des progrès accomplis dans la rédaction des procédures relatives au processus décisionnel pour répondre à la menace des astéroïdes, l'Équipe a accepté le rapport du Comité pour complément d'examen et suite à donner.

4. La présentation de ce rapport, qui transmet les conclusions du Comité d'experts internationaux sur la réduction de la menace des astéroïdes aux organes et programmes compétents de l'ONU, constitue le point de départ du processus d'élaboration d'une initiative mondiale pour faire face aux menaces actuelles et futures des astéroïdes.

B. Historique

5. L'histoire géologique et biologique de la Terre est ponctuée d'impacts dévastateurs d'objets provenant de l'espace. Il y a 65 millions d'années, un astéroïde a causé la disparition des dinosaures et de quelque 70 % des espèces qui vivaient alors sur la Terre. Plus récemment, l'événement de la Toungouska en 1908 s'est soldé par une explosion de 3,5 mégatonnes qui a détruit 2 000 kilomètres carrés de forêt sibérienne.

6. Une collision avec un astéroïde pourrait avoir des effets dévastateurs sur nos sociétés interdépendantes. Les explosions, les incendies et les rejets de poussière dans l'atmosphère qui en résulteraient pourraient causer l'effondrement de l'agriculture régionale et entraîner une famine de grande ampleur. Les impacts dans l'océan, comme celui d'Eltanin il y a 2,5 millions d'années, causent des raz-de-marée qui dévastent le littoral des continents. L'astéroïde 99942 Apophis, qui a une chance sur 45 000 de heurter la Terre en 2036, provoquerait une explosion de 500 mégatonnes et entraînerait d'immenses dégâts.

7. Les impacts dévastateurs sont bien sûr peu fréquents à l'échelle de la vie humaine; un événement comme celui de la Toungouska, qui aurait été causé par un astéroïde de 45 mètres de diamètre, survient en moyenne deux ou trois fois par millénaire. Cependant, lorsqu'un géocroiseur entre en collision avec la Terre, il peut en résulter de terribles destructions, qui éclipsent celles causées par les catastrophes naturelles que nous connaissons mieux.

8. L'amélioration des techniques d'observation permettra de détecter plus de 500 000 objets géocroiseurs au cours des 15 prochaines années. Quelques dizaines d'entre eux seront préoccupants car ils présenteront un risque élevé de collision avec la Terre, ce qui pourrait être dévastateur sur le plan local ou régional.

C. La nécessité d'apporter des réponses mondiales

9. Face à cette menace, nous sommes loin d'être impuissants. Aujourd'hui, les astronomes peuvent déceler un grand nombre d'objets géocroiseurs et prévoir d'éventuelles collisions avec la Terre. Des plans d'évacuation et de mitigation peuvent être établis pour faire face à un impact inévitable. Pour la première fois dans l'histoire de notre planète, vieille de 4,5 milliards d'années, nous avons les moyens techniques d'éviter de telles collisions. Dans tous les cas de figure, la

préparation et la planification des interventions ainsi que la rapidité de décision seront les clefs de la réussite.

10. Les efforts visant à faire dévier un objet géocroiseur et éliminer le risque collectif exposeront passagèrement différentes populations et régions à des risques. Diverses questions se posent en ce qui concerne le droit et l'obligation d'agir, les responsabilités en jeu et les incidences financières. La communauté internationale, par l'intermédiaire de l'ONU et de ses organes compétents, sera donc forcément appelée à se prononcer sur l'opportunité de dévier ou non un objet géocroiseur et sur la manière de le faire. Comme il faut disposer d'un délai important pour entreprendre une campagne de déviation, des décisions devront être prises avant que l'on ait la certitude qu'une collision surviendra. Il se peut que l'on soit amené à prendre de telles décisions selon une fréquence 10 fois supérieure à celle des impacts effectifs.

11. Les techniques spatiales actuelles permettraient de dévier avec succès la grande majorité des objets géocroiseurs dangereux. Cependant, une fois qu'un objet menaçant est décelé, il est important aussi de disposer du laps de temps le plus long possible pour mettre en œuvre ces techniques. Si aucun mécanisme décisionnel approprié et efficace n'est mis en place, cela risque de retarder l'adoption de mesures par la communauté internationale pour faire face à cette menace. Or un tel retard réduirait le temps disponible pour organiser une campagne de déviation. Il est donc indispensable d'adopter en temps opportun un processus décisionnel permettant de mener une action efficace.

12. D'ici 10 à 15 ans, l'ONU, par l'intermédiaire de ses organes compétents, devra décider s'il est opportun d'agir pour prévenir un impact dangereux et, dans l'affirmative, déterminer ce qu'il y a lieu de faire. Afin de se prémunir contre une telle menace d'envergure mondiale, il faut mettre en commun les informations et mobiliser les moyens de communication pour identifier les objets géocroiseurs dangereux et en informer la société. Afin de prévenir un impact, il faut adopter et mettre en œuvre dans le cadre de l'ONU un processus décisionnel international comprenant les éléments institutionnels nécessaires.

13. L'Association des explorateurs de l'espace et son Comité d'experts internationaux sur la réduction de la menace des astéroïdes proposent le plan d'action suivant.

D. Plan d'action proposé

14. Comme les impacts d'objets géocroiseurs font planer une menace à long terme sur le bien-être de l'humanité, il faudrait mettre en place un plan international et un ensemble de mesures préparatoires pour y faire face. Ces mesures devraient permettre à la communauté internationale de déceler une menace d'impact précise et d'arrêter des mesures de prévention ou d'intervention efficaces.

15. Dans le cadre d'une réponse mondiale coordonnée par l'ONU pour faire face au danger présenté par un objet géocroiseur, trois fonctions logiques doivent être assurées, comme indiqué dans les trois recommandations suivantes:

1. Information, analyse et alerte*Recommandation 1*

16. Il faudrait mettre en place un réseau d'information, d'analyse et d'alerte qui exploiterait un système mondial de télescopes terrestres et/ou spatiaux pour détecter et suivre les objets géocroiseurs potentiellement dangereux. En faisant appel à des instituts de recherche qui existent déjà ou qui seront créés, ce réseau analyserait les orbites des géocroiseurs afin de prévoir les éventuels impacts. Il devrait également définir des critères pour l'envoi de messages d'alerte.

2. Planification des missions et opérations*Recommandation 2*

17. Il faudrait constituer un groupe de planification des missions et des opérations faisant appel au savoir-faire des pays spatiaux qui serait chargé d'indiquer les solutions les plus plausibles pour les missions de déviation des objets géocroiseurs. Ce groupe évaluerait les capacités mondiales actuelles de déviation des objets géocroiseurs dangereux en recueillant les informations nécessaires sur ces objets, en recensant les techniques requises et en dressant l'inventaire des capacités des agences spatiales intéressées. S'il était averti d'une menace d'impact précise, le groupe utiliserait ces plans de mission pour élaborer une campagne de déviation.

3. Surveillance de la menace des objets géocroiseurs et recommandation sur les actions à mener*Recommandation 3*

18. L'ONU superviserait l'exécution des fonctions ci-dessus par l'intermédiaire d'un groupe intergouvernemental d'autorisation et de contrôle des missions qui élaborerait les politiques et les lignes directrices traduisant la volonté internationale de faire face au risque d'impact à l'échelle mondiale. Le Groupe des missions définirait des critères et des seuils de risque d'impact pour déterminer le moment opportun de réaliser une campagne de déviation. Il transmettrait ses recommandations au Conseil de sécurité de l'ONU pour suite à donner.

19. L'appendice au présent rapport décrit plus en détail ces trois fonctions.

E. Conclusion et perspectives d'avenir

20. L'Association des explorateurs de l'espace et son Comité d'experts internationaux sur la réduction de la menace des astéroïdes ont la certitude qu'une fois qu'un plan d'action concertée aura été mis en place, la communauté internationale pourra prévenir la plupart des impacts. Ils sont fermement convaincus que, si la communauté internationale n'adopte pas un programme efficace exprimant sa volonté, il est probable que l'on subisse à l'avenir une catastrophe planétaire dont les effets (pertes en vies humaines, sinistres économiques et perturbations sociales à long terme) seront d'autant plus pénibles que l'on saura qu'ils auraient pu être évités. Si on mobilise aujourd'hui les connaissances scientifiques et les institutions internationales, la société pourra éviter une telle catastrophe. Nous ne saurions nous dérober à ce devoir.

21. L'humanité est maintenant capable d'un point de vue technique de fournir les deux premiers éléments indispensables pour protéger la planète contre les astéroïdes. Un dispositif d'alerte précoce est déjà en place pour les objets géocroiseurs les plus grands et, grâce à de nouveaux télescopes, nous serons bientôt davantage en mesure de prévoir les risques de collision avec un plus grand nombre d'objets plus petits. Il est possible, bien que cela n'ait pas encore été fait, de dévier des astéroïdes grâce aux techniques de navigation spatiale actuelles, et plusieurs agences spatiales étudient activement cette option. Il ne manque que le troisième élément: la volonté de la communauté internationale d'agir de façon concertée face à une menace pour la planète.

22. Un programme d'action mondial approprié doit comprendre des critères de déviation et des plans de campagne susceptibles d'être mis en œuvre rapidement sans que la communauté internationale doive en débattre longuement. Si aucun processus décisionnel n'a été établi d'un commun accord, nous risquons de ne pas pouvoir réagir à temps contre un objet géocroiseur et de devoir limiter notre intervention à des mesures d'évacuation et d'atténuation des effets. La communauté internationale devrait commencer dès aujourd'hui à se doter des dispositifs d'alerte, des capacités techniques et du processus décisionnel indispensables à une protection efficace contre une éventuelle collision.

Appendice

Mise en œuvre des recommandations

A. Réseau d'information, d'analyse et d'alerte

1. La recommandation 1 appelle à la création d'un réseau d'information, d'analyse et d'alerte. À l'échelon le plus élevé, ce réseau aurait les attributions suivantes:

- a) Servir de source officielle d'information sur les objets géocroiseurs;
- b) Désigner et maintenir en place l'organisme officiel centralisant toutes les observations sur les géocroiseurs et les résultats des analyses d'impact;
- c) Examiner les informations sur les géocroiseurs fournies par le système Sentry du Jet Propulsion Laboratory et le site dynamique des objets géocroiseurs (NEODyS) et, le cas échéant, formuler des recommandations à leur intention;
- d) Faire des recommandations au Groupe de surveillance de la menace des objets géocroiseurs en ce qui concerne les critères d'alerte et, avec l'approbation du groupe d'élaboration des politiques, diffuser des messages d'alerte et de fin d'alerte;
- e) Examiner et recommander au Groupe de surveillance de la menace des objets géocroiseurs une politique d'information sur les nouvelles menaces d'impact et définir les seuils à partir desquels il convient de communiquer au public des informations telles que les couloirs d'impact probables, des simulations de raz-de-marée et d'autres informations sur d'éventuels impacts;
- f) Recenser, en coopération avec les États Membres de l'ONU, les méthodes permettant de mobiliser les organismes nationaux et internationaux appelés à intervenir en cas de catastrophe;
- g) Aider à planifier des actions visant à atténuer les effets d'un impact;
- h) Recommander au Groupe d'autorisation et de contrôle des missions, en coopération avec le Groupe de planification des missions et des opérations, les critères à prendre en considération pour décider d'organiser une campagne de déviation;
- i) Définir et recommander au Groupe de surveillance de la menace des objets géocroiseurs les caractéristiques minimums des objets géocroiseurs auxquels la communauté internationale doit prêter attention;
- j) Élaborer et recommander au Groupe de surveillance de la menace des objets géocroiseurs un plan d'information du public comprenant des paramètres, des critères de mise à jour, des moyens de diffusion et une politique de traitement des demandes d'information.

B. Groupe de planification des missions et des opérations

2. La recommandation 2 appelle à la création d'un Groupe de planification des missions et des opérations. À l'échelon le plus élevé, ce groupe serait chargé de ce qui suit:

- a) Déterminer les délais prévus dans lesquels des décisions doivent être prises et des opérations engagées en ce qui concerne tous les objets géocroiseurs pour lesquels une campagne de déviation est envisagée à titre préliminaire;
- b) Élaborer et recommander au Groupe de surveillance de la menace des objets géocroiseurs un processus de responsabilité opérationnelle pour les campagnes de déviation;
- c) Évaluer et recommander au Groupe de surveillance de la menace des objets géocroiseurs de nouvelles solutions de déviation proposées par les pays spatiaux;
- d) Obtenir les informations nécessaires pour soutenir les efforts de planification des missions et les transmettre au Réseau d'information, d'analyse et d'alerte;
- e) Élaborer des modèles permettant de déterminer le coût de chaque solution de déviation approuvée et de chaque activité liée à la planification ou à la réalisation d'une mission.

C. Groupe de surveillance de la menace des objets géocroiseurs

La Recommandation 3 appelle à créer un Groupe de surveillance de la menace des objets géocroiseurs. À l'échelon le plus élevé, ce groupe serait chargé de ce qui suit:

- a) Élaborer une politique d'appui financier aux États Membres autorisés à agir contre les objets géocroiseurs au nom de la communauté internationale et transmettre des recommandations finales au Conseil de sécurité de l'ONU en vue de leur adoption et de leur mise en œuvre;
 - b) Étudier et proposer en vue de leur adoption par les organes appropriés de l'ONU des critères relatifs aux seuils pour diverses décisions relatives aux alertes, avertissements et actions à mener, soumis par le Réseau d'information, d'analyse et d'alerte;
 - c) Sur l'initiative ou la recommandation du Groupe de planification des missions et des opérations, examiner des questions de politique générale et prendre des décisions à ce sujet;
 - d) Participer *ès qualités* à toutes les réunions du Réseau d'information, d'analyse et d'alerte et du Groupe de planification des missions et des opérations.
-