



Assemblée générale

Distr. générale
18 décembre 2009
Français
Original: anglais

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

Informations sur les activités de recherche menées par des États Membres, des organisations internationales et par d'autres organismes sur les objets géocroiseurs

Note du Secrétariat

I. Introduction

1. À sa quarante-sixième session, en 2009, le Sous-Comité scientifique et technique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a adopté le plan de travail pluriannuel modifié pour la période 2009-2011 (A/AC.105/911, annexe III, par. 11). Conformément au plan de travail, le Sous-Comité examinera, à sa quarante-septième session, en 2010, les rapports communiqués par des États Membres, des organisations internationales et d'autres organismes en réponse à la demande annuelle d'informations sur leurs activités concernant les objets géocroiseurs.

2. Le présent document contient les informations communiquées par l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie, le Japon, le Myanmar, la Pologne et le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, et par le Conseil consultatif de la génération spatiale, la Secure World Foundation et l'Union astronomique internationale.

II. Réponses reçues des États Membres

Allemagne

[Original: anglais]

Agence aérospatiale allemande (Institut de recherche planétaire), Berlin

Des chercheurs de l'Institut de recherche planétaire de l'Agence aérospatiale allemande (DLR), à Berlin-Adlershof, participent depuis plusieurs années à l'étude



internationale des objets géocroiseurs. Leur travail comprend notamment la planification, la mise en œuvre et l'utilisation de missions spatiales de recherche sur les objets géocroiseurs et des campagnes d'observation visant la caractérisation physique de ces objets au moyen de télescopes astronomiques de différents types et tailles. Dans certains cas, les observations peuvent être effectuées à distance depuis l'Agence aérospatiale allemande à l'aide du matériel mis en place par le personnel de l'Agence. Leurs tâches comprennent aussi des simulations théoriques d'impact en deux dimensions, la réduction et l'analyse des données, la publication des résultats dans de grandes revues pratiquant l'examen collégial et des activités au sein du European Fireball Network.

Missions spatiales liées aux objets géocroiseurs

L'Institut de recherche planétaire a été choisi pour fournir la charge utile du premier "Kompaktsatellit" de la DLR, série de petits engins spatiaux placés en orbite terrestre. Le concours interne de l'Agence a été remporté par le projet AsteroidFinder, qui consistera à chercher des objets intérieurs à l'orbite terrestre au moyen d'un télescope de 25 cm, d'un champ de vue de 2 x 2 degrés carrés et d'une nouvelle caméra CCD (dispositif à transfert de charge) à multiplication d'électrons. Cette mission, qui cherchera des objets intérieurs à l'orbite terrestre, sera un complément idéal pour les programmes de recherche au sol sur les objets géocroiseurs. Elle devrait être opérationnelle en 2013 et étendra les recherches à des régions du ciel difficiles ou impossibles à observer depuis la Terre. Au cours de sa période d'exploitation d'un an, le projet AsteroidFinder devrait permettre de détecter une dizaine d'objets intérieurs à l'orbite terrestre qui étaient jusque-là inconnus (voir http://www.dlr.de/pf/en/desktopdefault.aspx/tabid-174/319_read-18911/).

Les observations ont débuté dans des longueurs d'onde allant de 3 à 5 micromètres au moyen du télescope spatial Spitzer (mission "chaude" de Spitzer, sans refroidissement cryogénique) de la National Aeronautics and Space Administration des États-Unis (NASA). Les données issues de ces observations seront utilisées pour déterminer la taille et l'albédo de quelque 700 objets géocroiseurs de moins d'un kilomètre de diamètre, première étape essentielle dans la détermination des caractéristiques physiques de la population d'objets géocroiseurs. L'Agence aérospatiale allemande a élaboré une proposition qui a été acceptée et elle a obtenu 500 heures de temps d'observation pour les années à venir, de sorte qu'elle jouera un rôle clef dans l'analyse des données. Les modèles thermiques développés par l'Institut de recherche planétaire serviront à calculer la taille et l'albédo et, lorsque cela sera possible, à déduire des informations sur les propriétés des surfaces.

Observations au sol complémentaires des objets géocroiseurs

Les observations avec des télescopes tels que le télescope infrarouge de la NASA situé sur le Mauna Kea à Hawaii et des télescopes optiques constituent actuellement l'un des principaux domaines d'activité. En coopération avec l'observatoire de Calar Alto (Espagne), l'Institut a signé un contrat de 100 nuits par an pour exploiter pendant trois ans le télescope télécommandé de 1,2 mètre permettant de réaliser des observations photométriques et astrométriques d'objets géocroiseurs. La première campagne d'observation a démarré en avril 2009.

Les données de ces observations permettent de déterminer des paramètres essentiels tels que la taille, l'albédo, la rotation et la forme des objets géocroiseurs. L'interprétation de ces observations exige d'importants travaux théoriques et de modélisation informatique des caractéristiques physiques des objets géocroiseurs. Les observations réalisées à l'aide de différents télescopes se complètent souvent. Dans certains cas, lorsque d'autres sources fournissent des informations détaillées sur un astéroïde, telles que l'axe de rotation et la forme, les données d'imagerie infrarouge thermique permettent d'obtenir des renseignements précis sur la taille, l'irrégularité de la surface, l'inertie thermique et les propriétés du régolite.

Ces travaux s'effectuent en collaboration avec des groupes de chercheurs situés aux États-Unis (Université d'Arizona, Massachusetts Institute of Technology, Université de Hawaï) et en Europe (Université de Belfast, Université d'Helsinki, Observatoire de la Côte d'Azur). D'anciens étudiants chercheurs à l'Institut occupent aujourd'hui des postes à l'Observatoire Steward de l'Université d'Arizona et à l'Observatoire de la Côte d'Azur et continuent de collaborer avec le personnel de l'Institut.

En plus des activités susmentionnées, l'Institut gère une base de données en ligne sur les propriétés physiques de tous les objets géocroiseurs connus. Cette base de données est accessible sur Internet (<http://earn.dlr.de>) et mise à jour quotidiennement. Depuis septembre 2009, la base de données a compilé des données concernant plus de 6 300 astéroïdes géocroiseurs à partir des informations relatives aux propriétés physiques des objets géocroiseurs publiées dans plus de 700 communications. Elle renvoie à près d'un millier de publications sur le sujet.

Études théoriques et simulations

Une étude théorique appelée "Planetary evolution and life", comportant des modélisations et des simulations informatiques avancées fondées sur un hydrocode multimatériaux, analyse la formation de cratères et les effets d'impacts d'astéroïdes et de comètes sur la Terre, tels que la répartition des éjecta, les processus chimiques en jeu dans le panache de vapeur lors d'un impact et l'évolution du nuage provoqué par le souffle de l'impact. On peut évaluer les impacts spécifiques sur les océans et les continents au moyen d'un hydrocode multimatériaux. Cette étude fait partie d'une alliance pour la recherche lancée en 2007, qui devrait se poursuivre jusqu'en 2012 et est financée par l'Association Heimboltz des centres de recherche allemands.

European Fireball Network

L'Institut participe à l'exploitation du European Fireball Network, réseau de caméras plein ciel qui enregistrent les traces de grands météoroïdes entrant en collision avec la Terre. Le réseau fournit des données fondamentales pour le calcul du flux de masse près de la Terre et la probabilité de collisions avec des objets de plus grande taille.

Les caméras du European Fireball Network surveillent régulièrement le ciel nocturne au-dessus de l'Europe centrale. Le réseau comprend 10 stations de prise de vue en République tchèque, 2 en Slovaquie et 13 en Allemagne, en Autriche et en France, déployées à environ 100 kilomètres les unes des autres afin de couvrir une superficie totale de 10^6 km². En 2008, le réseau a détecté un total record de 41 boules de feu (www.dlr.de/pf/desktopdefault.aspx/tabid-623/).

Publications

Les publications relatives aux activités de recherche décrites ci-dessus peuvent être obtenues sur demande. Les rapports annuels sont disponibles sur Internet (<http://www.dlr.de/pf/en/>).

Italie

[Original: anglais]

Les instruments de l'Agence spatiale italienne jouent un rôle fondamental dans l'étude des corps primitifs, tels que les comètes et les astéroïdes, dans le cadre des missions qui se dirigent actuellement vers leurs objectifs. En 2009, les instruments embarqués de l'engin spatial Rosetta de l'Agence spatiale européenne, lancé vers la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, ont observé l'astéroïde Steins au cours de son survol, le 5 septembre. La caméra à grand champ Osiris, fabriquée en Italie, a produit les premières images de l'objet géocroiseur. Parallèlement, la mission Dawn Discovery de la NASA, équipée de l'imageur spectral dans le visible et l'infrarouge italien, se poursuit vers Vesta et Cérès.

Japon

[Original: anglais]

Les activités du Japon concernant les objets géocroiseurs ont commencé par la création de la Japan Spaceguard Association (JSGA) en 1996. La Japan Spaceguard Association a construit un télescope à grand champ de 1 mètre pour la détection d'objets géocroiseurs, qui est entré en service en 2002 et a principalement servi à effectuer des observations de suivi. Elle a réparé le télescope en 2006 et peut désormais détecter jusqu'à une magnitude de 20,5, ce qui est comparable aux taux de détection du Catalina Sky Survey et du programme Spacewatch aux États-Unis. Le tableau ci-après dresse une liste des observations de suivi d'objets géocroiseurs.

La Japan Spaceguard Association a mené, au cours des 10 dernières années, diverses activités éducatives. Elle a produit, en anglais, en espagnol et en japonais, un dossier pédagogique destiné à informer le public sur la détection des objets géocroiseurs et a publié deux ouvrages ainsi que des articles dans des revues et des journaux. En 2009, elle a tenu des colloques sur la veille spatiale dans quatre lieux différents et publié le deuxième numéro de son bulletin, intitulé "Spaceguard Research".

Observations d'objets géocroiseurs par la Japan Spaceguard Association (septembre 2008)

Année	Astéroïdes géocroiseurs			Comètes	
	Nombre observé	Nombre de relevés de position	Total des relevés de position	Nombre observé	Nombre de relevés de position
2000	23	205	4 240	20	113
2001	29	560	5 907	16	275
2002	24	243	2 018	13	339
2003	54	567	4 938	18	165
2004	23	233	2 908	4	20
2005	8	42	2 431	0	0
2006	25	297	3 224	5	66
2007	34	408	7 219	15	108
2008	31	162	4 534	14	110
2009	20	87	2 594	4	27
Total	271	2 804	40 013	109	1 223

Une autre activité importante relative aux objets géocroiseurs est la mission Hayabusa, qui a pour cible l'objet "Itokawa". Elle a pour but scientifique de recueillir des renseignements qui éclairent les mystères entourant la genèse du système solaire grâce à l'analyse de la composition de l'astéroïde. Il est donc indispensable de mettre au point une technologie permettant d'en rapporter des échantillons. En 2005, lorsque l'objet Itokawa s'est rapproché de la Terre, de nombreuses images de grande dimension ont été obtenues et une analyse d'échantillons de matériaux prélevés à la surface d'Itokawa a été effectuée. Le retour de la sonde Hayabusa est programmé en juin 2010. Les résultats de la mission sont importants non seulement pour la science, mais également pour la veille spatiale, car Itokawa est un astéroïde du type de ceux qui peuvent se rapprocher de la Terre, et c'est la première fois qu'une mission en étudie un. La Japanese Aerospace Exploration Agency réfléchit actuellement à une autre mission de prélèvement d'échantillon qui pourrait, si elle est réussie, fournir des informations sur un autre type d'objet géocroiseur.

Myanmar

[Original: anglais]

Ministère de la science et de la technologie

Introduction

Les objets géocroiseurs sont un sujet de préoccupation mondiale car n'importe quel pays pourrait subir à tout moment les effets dévastateurs d'un impact, même si un tel événement est rare. C'est pourquoi, à côté de leur tâche consistant à tirer parti

des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, les agences spatiales et les institutions de recherche étudient les objets géocroiseurs et élaborent des stratégies d'atténuation des risques pour protéger la Terre de ces objets potentiellement dangereux. Bien que ne menant pas d'activités spatiales, le Myanmar souhaite apporter une contribution qui corresponde à ses capacités en menant des activités de recherche-développement dans ce domaine.

Activités de recherche et développement dans le cadre des stratégies d'atténuation des risques liés aux objets géocroiseurs

L'une des principales fonctions du Ministère de la science et de la technologie du Myanmar est de promouvoir le développement du pays par le biais de différentes activités de recherche et de développement. Il mène depuis plusieurs années de telles activités dans les sciences et applications spatiales, en particulier dans les domaines de la télédétection, des systèmes d'information géographique, des communications par satellite et des véhicules aérospatiaux. Dans ce contexte, il va lancer un projet de recherche-développement sur les objets géocroiseurs visant les objectifs suivants: renforcer la coopération avec les organismes internationaux dans le domaine des sciences et des techniques spatiales, donner la priorité aux technologies utilisées pour la détection, le suivi et la surveillance des objets géocroiseurs et contribuer à l'échange d'informations sur les activités en cours et à venir tout en s'efforçant de promouvoir la connaissance et la compréhension de l'environnement des objets géocroiseurs et des stratégies d'atténuation.

Pour atteindre ces objectifs, les activités de recherche-développement comprendront les volets suivants: a) création d'une équipe d'étude cosmique qui rédigera des rapports et à l'occasion des publications; b) étude de l'environnement spatial en accordant une attention particulière à la région orbitale des objets géocroiseurs, puis en s'intéressant de plus près aux objets potentiellement dangereux; c) après avoir acquis la maîtrise des savoir-faire techniques dans ce domaine, analyse des publications scientifiques et techniques traitant des systèmes et méthodes d'atténuation des risques liés aux objets géocroiseurs; et d) étude de sujets connexes, tels que les propriétés des matériaux ainsi que la densité et la taille des objets géocroiseurs en vue de la sélection des méthodes de prévention potentielles.

Les travaux ne s'étendront pas à des domaines tels que la recherche et la détection d'objets géocroiseurs, les ressources financières et techniques étant actuellement insuffisantes.

Depuis les années 1960, on sait que la plupart des cratères de la lune ne sont pas d'origine volcanique mais qu'ils ont été formés par l'impact d'objets. La Terre pourrait donc être exposée, car les orbites d'objets tels que des météoroïdes, des astéroïdes ou des comètes, qui ont une faible masse par comparaison avec les planètes, pourraient changer et croiser celle de la Terre, entraînant un risque de collision. C'est à l'échelle de millions d'années que de tels impacts doivent se produire. Des impacts catastrophiques tels que les événements de la Toungouska et de Méditerranée orientale nous ont fait prendre mieux conscience du danger potentiel de tels objets pour la Terre.

Il se pourrait qu'il faille élaborer une stratégie de prévention de toute urgence, car des objets dangereux pourraient être découverts quelques jours avant qu'ils s'approchent de la Terre ou le temps d'avertissement avant l'impact pourrait être

très court. C'est pourquoi les activités de recherche-développement du Ministère seront principalement axées sur des systèmes d'atténuation.

Les deux principales stratégies pour prévenir la collision d'objets géocroiseurs avec la Terre sont la fragmentation et la déviation. La fragmentation n'exclut pas le risque de collision car la taille des fragments est difficile à prévoir. D'un autre côté, il faut du temps pour modifier l'orbite d'un objet géocroiseur dangereux. Il faut donc opter pour une stratégie de prévention en tenant compte de la taille, de la composition et des paramètres orbitaux de l'objet et du temps disponible. Les avantages et inconvénients respectifs des différents mécanismes pour la fragmentation ou la déviation d'objets géocroiseurs potentiellement dangereux seront étudiés et l'élaboration d'un modèle mathématique intégrant les différents éléments de l'éventuel système de fragmentation ou de déviation sera envisagée.

Lorsque l'on choisit une stratégie de prévention, il faut garder à l'esprit que le risque d'une mauvaise utilisation de la technologie peut être plus grand que celui que représente l'impact d'un astéroïde. Dans ce contexte, une préparation suffisante, une planification efficace, la prise de décisions en temps voulu et des recherches approfondies sont requises avant même que la menace de collision apparaisse. Le Myanmar pourrait contribuer à cet effort en élaborant un modèle de système d'atténuation tenant compte des caractéristiques les plus communes des objets géocroiseurs dangereux.

Conclusion

Le Ministère de la science et de la technologie du Myanmar souhaite améliorer ses connaissances et son expertise dans ce domaine. Compte tenu de la rareté des événements liés à des impacts d'objets géocroiseurs dangereux, il devrait avoir amplement le temps de contribuer aux activités menées en coopération au niveau international pour faire face à ce problème. Le Ministère entend aussi aider les scientifiques et les techniciens travaillant dans le domaine de l'espace.

Tout en sachant que sa contribution n'est pas comparable à celle des pays menant des activités spatiales, le Myanmar continuera de communiquer les résultats de ses activités de recherche-développement au Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique.

Pologne

[Original: anglais]

Des études ont été menées dans le domaine des objets géocroiseurs sur un système d'observation et de simulation réseautique destiné à collecter et traiter les données issues des observations d'objets géocroiseurs. Un Réseau polonais d'observation est actuellement équipé d'un système d'observation des objets géocroiseurs.

Espagne

[Original: espagnol]

Le programme de surveillance de l'espace de l'Agence spatiale européenne implique de garantir le fonctionnement sûr des biens spatiaux européens. Cette initiative comprend des activités telles que la détection, la surveillance et l'étude des objets géocroiseurs.

Parmi les nombreuses installations de l'Espagne qui ont contribué au programme, on compte plusieurs observatoires astronomiques spécialisés dans la détection des astéroïdes proches de la Terre. Le centre du Site dynamique des objets géocroiseurs, qui surveille en continu les risques de collision d'un astéroïde avec la Terre, est également très important. C'est aussi un centre de collecte de données relatives aux objets géocroiseurs qui propose des services aux utilisateurs, tels que la fourniture de données orbitales sur les objets géocroiseurs et des estimations concernant le passage de ces objets à proximité de la Terre et d'autres corps dans le système solaire.

Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord

[Original: anglais]

Le Centre spatial national britannique conserve un rôle actif dans le traitement du problème des objets géocroiseurs en encourageant la coordination aux niveaux national, européen et international en vue d'arriver à un accord sur la manière de comprendre la menace que représentent ces objets et sur l'élaboration de mesures efficaces pour y répondre. Ce rôle moteur est notamment mis en évidence par la présidence britannique de l'Équipe sur les objets géocroiseurs (équipe n° 14) et du Groupe de travail sur les objets géocroiseurs du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique.

Le Royaume-Uni possède d'importantes capacités de recherche sur les objets géocroiseurs grâce aux moyens dont il dispose en matière astronomique, en sciences planétaires et en surveillance de l'espace, auxquels le Centre spatial a régulièrement recours pour obtenir un appui et des conseils techniques impartiaux. En 2009, des organisations du Royaume-Uni ont réalisé un grand nombre d'activités dont certaines sont présentées succinctement ci-dessous.

Téléobservation et télémessure des objets géocroiseurs

Un partenariat d'astronomes britanniques de l'Université de Durham, de la Queen's University de Belfast et de l'Université d'Édimbourg a rejoint un groupe d'institutions des États-Unis et de l'Allemagne en vue d'utiliser un nouveau télescope de pointe: le Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System (Pan-STARRS), qui est équipé de la plus grande caméra numérique du monde et situé sur l'île de Maui (Hawaii) et dont l'un des principaux objectifs est d'observer et de déterminer les caractéristiques des objets géocroiseurs et d'autres corps dans le système solaire et au-delà. Les astronomes de la Queen's University de Belfast continuent de procéder à l'astrométrie d'objets géocroiseurs qui présentent un faible

risque de collision avec la Terre au cours des 100 prochaines années afin d'en mieux mesurer l'orbite.

L'Open University étudie les courbes photométriques des astéroïdes à rotation lente (de la ceinture principale, pour la plupart) à l'aide des données recueillies par les caméras plein ciel à très grand angle (WASP) et continue de publier les résultats de ses observations d'objets géocroiseurs (modélisation thermique et spectroscopie infrarouge).

Observation et mesure sur site des objets géocroiseurs

À l'Open University, outre les études théoriques destinées à comprendre la formation des corps de petite dimension dans le système solaire, un certain nombre de programmes expérimentaux sont en cours, parmi lesquels l'élaboration d'une sonde pénétrométrique afin de simuler l'impact à faible vitesse de la masse importante d'un pénétromètre fixé à un engin spatial se posant. Les pénétromètres permettront d'effectuer des relevés à la surface des objets géocroiseurs, surface qui sera probablement délicate, et d'obtenir ainsi, sur les caractéristiques structurelles et mécaniques de ces corps, des informations déterminantes pour l'anéantissement des géocroiseurs ou la réduction des risques qu'ils présentent. L'Open University s'intéresse plus largement aux instruments utiles pour les recherches physiques et géochimiques sur site concernant les objets géocroiseurs et d'autres petits corps du système solaire. Cela lui a valu de jouer un rôle scientifique de premier plan dans la mission de prélèvement d'échantillons d'objets géocroiseurs "Marco Polo", envisagée dans le cadre du programme Vision cosmique de l'Agence spatiale européenne. En outre, l'Open University continue d'étudier les objets géocroiseurs par la météoritique et l'analyse d'échantillons extraterrestres grâce à ses laboratoires géochimiques de premier ordre, éléments du Réseau d'analyse cosmochimique du Royaume-Uni.

Évaluation des risques

L'Astronautics Research Group de l'Université de Southampton mène de nombreuses recherches sur l'effet des impacts sur Terre des objets géocroiseurs. Le programme de recherche sur les objets géocroiseurs de l'Université de Southampton est destiné à évaluer la menace que représentent globalement pour la Terre les petits objets géocroiseurs de moins d'un kilomètre de diamètre. L'impact d'un objet géocroiseur a des répercussions sur l'écosystème de la planète et de graves conséquences pour la population humaine. L'objectif premier de ces recherches est donc de recenser tous ces effets et d'établir un modèle de simulation satisfaisant. C'est pourquoi l'outil informatique actuellement mis au point est capable de modéliser des impacts de petits objets géocroiseurs, à l'échelle locale et mondiale, et leurs conséquences pour la population humaine. Un tel impact ayant des conséquences variables pour la population humaine et l'infrastructure, l'analyse des taux de mortalité et du coût en matière d'infrastructure est un élément clef de la simulation, au regard de quoi est évalué le niveau global de risque.

Prévention

L'objectif des travaux menés par l'Université de Glasgow est de mettre au point une théorie fondamentale de la commande optimale et de l'appliquer à l'interception des objets géocroiseurs dangereux. Différents paramètres, tels que le temps, la masse,

les corrections orbitales et la déviation maximale doivent être optimisés. On réalisera également une étude de la robustesse des méthodes pour tenir compte des incertitudes relatives, d'une part, à la dynamique des objets géocroiseurs et, d'autre part, aux conditions limites. Diverses méthodes de propulsion seront envisagées, depuis les voiles solaires jusqu'à la propulsion nucléaire, et les avantages et les inconvénients de chacune seront évalués. Des simulations numériques seront mises au point selon un scénario réaliste afin d'étudier la performance de ces méthodes et une animation sera réalisée à partir des données de la simulation pour déterminer les trajectoires et les méthodes de déviation optimales. Ces travaux forment un programme sur trois ans financé par le Conseil britannique de la recherche en ingénierie et en sciences physiques.

Diffusion d'informations

Le Royaume-Uni continue d'abriter deux centres d'information sur les objets géocroiseurs à destination du public et des médias.

Le premier, le Spaceguard Centre, est situé dans les locaux de l'ancien observatoire du Powys, près de Knighton, au centre du Pays de Galles (Royaume-Uni). Centre international d'information de la Spaceguard Foundation, il a mis en place à l'échelle nationale un réseau d'information sur les comètes et les astéroïdes, et a un programme de communication solidement établi. Il assure actuellement la liaison avec les antennes Spaceguard d'autres pays et encourage la création de nouvelles antennes. Le centre assure la fonction de conseiller scientifique principal pour le projet du télescope Faulkes sur les objets géocroiseurs et met actuellement au point un système automatisé d'astrométrie des objets géocroiseurs (Spaceguard NEO Astrometry Project) utilisé au Kenya et au Royaume-Uni.

Le deuxième centre du Royaume-Uni, le Near Earth Object Information Centre, a été mis en place pour donner suite aux recommandations 13 et 14 du rapport de l'équipe de travail sur les objets géocroiseurs potentiellement dangereux créée par le Gouvernement britannique. Il est exploité par un consortium mené par le Centre spatial national britannique, avec lequel il est sous contrat. Son établissement principal se trouve au Centre spatial national de Leicester, qui abrite une exposition sur les objets géocroiseurs et sert d'interlocuteur avec le public et les médias. Le centre bénéficie des conseils d'un réseau d'établissements scientifiques actifs dans le domaine des objets géocroiseurs: Queen's University de Belfast, United Kingdom Astronomy Technology Centre, Muséum d'histoire naturelle, Université Queen Mary de Londres, Imperial College et Université de Leicester. De plus, trois centres régionaux, au musée W5 de Belfast, au Muséum d'histoire naturelle de Londres et à l'Observatoire royal d'Édimbourg, ont accès à ses installations et relaient ses expositions. Le site Web du NEOIC (www.spacecentre.co.uk) propose une exposition virtuelle, une section de documentation à l'intention des enseignants et des médias, et les actualités les plus récentes en matière d'objets géocroiseurs, ainsi qu'une foire aux questions. On peut également y consulter le rapport de l'équipe de travail.

Orientations

L'orientation sous-jacente au Royaume-Uni en ce qui concerne les objets géocroiseurs est la reconnaissance de la réalité de la menace que constituent ces impacteurs, bien que le risque d'impact soit faible mais potentiellement

catastrophique s'il se produit. Elle tient également compte du fait que ces objets ne connaissent pas de frontières et que l'ampleur de leurs effets est telle que le danger qu'ils représentent est à l'échelle du monde et ne peut être écarté efficacement que par la coopération et la coordination internationales.

III. Réponses reçues d'organisations internationales et d'autres organismes

Union astronomique internationale¹

[Original: anglais]

Programme d'observation des objets géocroiseurs de la NASA

La grande majorité des découvertes d'objets géocroiseurs ont été faites lors d'observations par télescope à large champ financées par la NASA. La sélection des propositions concurrentielles examinées par des pairs sert de point de départ au financement des recherches par la NASA sur les objets géocroiseurs, les programmes d'observation de suivi de ces objets et les efforts visant à déterminer leurs caractéristiques physiques. Actuellement, les équipes d'observation des objets géocroiseurs, appuyées par la NASA, comprennent le Catalina Sky Survey, le programme Lincoln Near-Earth Asteroid Research (LINEAR) du Lincoln Laboratory du Massachusetts Institute of Technology et le programme Spacewatch du laboratoire lunaire et planétaire de l'Université d'Arizona. Il a été mis fin au financement du programme Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System piloté par l'Université d'Hawaii parce que ce programme n'était pas encore opérationnel.

Ces trois programmes sont brièvement présentés ci-après:

Le programme Catalina Sky Survey est actuellement celui qui a permis de découvrir le plus grand nombre d'objets géocroiseurs. Il utilise trois télescopes rénovés tous équipés des mêmes caméras à CCD 4K × 4K amincies, multi-canal et à refroidissement cryogénique:

a) Le premier programme Catalina Sky Survey utilise un télescope de Schmidt (0,7 mètre et $f/1,8$) couvrant un champ de $2,9 \times 2,9$ degrés à la station de Catalina du Steward Observatory (altitude: 2 510 m, 20 km au nord-est de Tucson, en Arizona);

b) Le programme Siding Spring Survey utilise le télescope de Schmidt (0,5 m et $f/3,5$) d'Uppsala couvrant un champ de $2,0 \times 2,0$ degrés conjointement avec l'École de recherche astronomique et astrophysique de l'Université nationale australienne à l'Observatoire de Siding Spring (Australie) (altitude: 1 150 m);

¹ Le document original présenté en anglais par l'Union astronomique internationale, y compris les images et les liens dont il est question dans le présent document, est consultable sur le site Web du Bureau des affaires spatiales du Secrétariat (<http://www.unoosa.org/>).

c) Le Mt. Lemmon Survey utilise un télescope (1,5 m et f/2.0) à miroir primaire à champ de $1,0 \times 1,0$ degré à la station Mount Lemmon du Steward Observatory (altitude: 2 790 m), à 18 km au nord de Tucson, en Arizona. Les télescopes de 1,5 mètre de Mount Lemmon et de 1,0 mètre de Siding Spring sont également utilisés pour le suivi astrométrique et les observations physiques d'objets géocroiseurs intéressants.

En coopération avec l'armée de l'air, le Lincoln Laboratory du MIT exploite une installation de recherche d'objets géocroiseurs utilisant des télescopes terrestres d'un mètre d'ouverture du GEODSS (système électro-optique terrestre de surveillance de l'espace lointain), conçus pour l'observation optique des engins spatiaux en orbite terrestre. Ces instruments, utilisés par le programme Lincoln Near-Earth Asteroid Research (LINEAR), se trouvent sur le site d'essai expérimental du Lincoln Laboratory à Socorro au Nouveau-Mexique. Les essais réalisés au début de 1996 ont montré que le système de recherche était très prometteur. De mars à juillet 1997, un détecteur CCD de $1\,024 \times 1\,024$ pixels a été utilisé dans le cadre d'essais sur le terrain et, bien que ce détecteur n'ait couvert qu'un cinquième environ du champ d'observation du télescope, quatre objets géocroiseurs ont été découverts. En octobre 1997, un dispositif CCD grand format ($1\,960 \times 2\,560$ pixels) qui correspondait au champ de 2 degrés carrés du télescope a permis de découvrir neuf nouveaux objets géocroiseurs. Entre novembre 1997 et janvier 1998, période pendant laquelle les détecteurs de petit et grand format ont été employés simultanément, cinq autres objets géocroiseurs ont été découverts. En octobre 1999, un deuxième télescope de 1 mètre est venu compléter l'installation.

Actuellement, les télescopes du programme LINEAR scrutent chaque zone du ciel cinq fois tous les soirs, balayant principalement le plan de l'écliptique où la plupart des objets géocroiseurs sont normalement observés. La sensibilité de leurs capteurs CCD, et notamment leur vitesse de lecture relativement élevée, permet au programme LINEAR de scruter de vastes régions du ciel chaque nuit.

Depuis 1984, le système Spacewatch utilise un télescope de 0,9 mètre d'ouverture au Steward Observatory pour la recherche d'objets géocroiseurs. D'abord installé sur le campus de l'Université d'Arizona en 1923, ce télescope avait été déplacé à Kitt Peak, en Arizona, en 1963. En 1982, il a été fait don de cet instrument à l'équipe Spacewatch, et en 1984 celui-ci est devenu le premier télescope à détecter et découvrir des astéroïdes et des comètes à l'aide de détecteurs électroniques (CCD) et non pas de plaques ou films photographiques.

Le détecteur CCD de type RCA d'origine 320×512 pixels, utilisé de 1984 à 1988, a été remplacé par un détecteur CCD grand format ($2\,048 \times 2\,048$) qui a été utilisé de 1989 à 1992. Ce système avait une largeur de champ de 38 minutes d'arc et une magnitude limite de 20,5. La sensibilité du CCD (rendement quantique) a été doublée et portée à 70 % en 1992 lorsqu'un capteur CCD aminci de $2\,048 \times 2\,048$ a été installé, ramenant la magnitude limite à 21,0. Le télescope de 0,9 mètre est utilisé 23 nuits par mois pour rechercher des objets géocroiseurs. En verrouillant l'axe d'ascension approprié et en laissant défiler le champ stellaire dans son champ d'observation (technique de balayage par dérive ou "drift-scan"), tandis que le détecteur CCD reste en fonctionnement, ce télescope a balayé environ 200 degrés carrés de ciel par mois avec une magnitude de 21. Chaque région du ciel est balayée à trois reprises, à intervalles d'environ 30 minutes, afin de déterminer quels objets se sont déplacés par rapport aux étoiles du champ de référence.

Le système Spacewatch a été le premier à découvrir des objets géocroiseurs avec des capteurs CCD, une comète avec un capteur CCD et un objet géocroiseur avec un logiciel automatisé de traitement d'images. En 2001, le groupe Spacewatch a entrepris des observations avec un nouveau télescope de 1,8 mètre d'ouverture conçu pour suivre les astéroïdes dont la brillance faiblit après leur découverte. Fin 2002, une grande caméra mosaïque CCD (quatre capteurs CCD de $4\,608 \times 2\,048$) a été ajoutée au télescope de 0,9 mètre d'ouverture, et le système optique a été remplacé pour disposer d'un champ de vision plus large (2,9 degrés carrés). Le télescope de 0,9 mètre fonctionne désormais en mode d'observation "fixe" plutôt qu'en mode "drift-scan" comme auparavant, alors que le télescope de 1,8 mètre fonctionne en mode balayage.

De 2005 à 2008, le groupe Spacewatch a progressivement modifié ses priorités pour se concentrer sur le suivi des observations, qui sont essentielles pour déterminer avec exactitude les orbites. Indépendamment de ces activités, l'équipe Spacewatch a participé à des études sur les populations de planètes mineures appartenant aux groupes des centaures et des transneptuniennes et sur la taille des noyaux cométaires à courte période.

Le Centre des planètes mineures centralise les données astrométriques et photométriques sur les comètes, les astéroïdes et les autres corps du système solaire. En collaboration avec le Bureau central des télégrammes astronomiques implanté sur le même site, le Centre fournit également des informations orbitales et éphémérides pour ces corps et attribue les découvertes ainsi que les désignations et noms officiels. Pour les objets géocroiseurs, il recueille, organise et vérifie les données, indique des orbites et éphémérides préliminaires, met en ligne une liste provisoire des objets géocroiseurs dont l'existence doit être confirmée par des observations supplémentaires et, le cas échéant, fournit des prévisions d'impact avec la Terre.

Le Centre des planètes mineures est géré par le Smithsonian Astrophysical Observatory, à Cambridge dans le Massachusetts, sous les auspices de la Division III de l'Union astronomique internationale (UAI). À l'heure actuelle, les activités du Centre sont largement financées par le Programme d'observation des objets géocroiseurs de la NASA, avec des fonds supplémentaires provenant de l'UAI, de particuliers et de fondations.

Outre son appui aux installations d'observation susmentionnées, la NASA offre également un soutien à plusieurs observatoires qui assurent des observations de suivi pour les découvertes récentes. Les observations de suivi sont nécessaires pour déterminer de manière suffisamment précise l'orbite des objets nouvellement découverts pour qu'ils ne soient pas perdus. Ces observatoires essentiels de suivi, outre ceux des programmes Catalina Sky Survey, LINEAR et Spacewatch, comprennent le Magdalena Ridge Observatory et l'Institut de recherche astronomique, tous deux aux États-Unis. Un grand nombre de ces observations de suivi sont effectuées par la communauté internationale des astronomes professionnels et amateurs. Ces derniers n'ont d'ailleurs d'amateurs que le nom, car la plupart mènent des activités de haut niveau technique, disposent d'un matériel impressionnant et réalisent des travaux de professionnels. Des programmes d'observation visant à étudier les caractéristiques physiques des objets géocroiseurs sont également financés par la NASA.

La prochaine génération de programmes de recherche d'objets géocroiseurs

Toutes les installations actuelles de recherche d'objets géocroiseurs par télescope appuyées par la NASA utilisent des télescopes qui, initialement, n'étaient pas conçus à cette fin. La prochaine génération d'installations fera appel à des télescopes d'observation à très large champ, capables de détecter des objets beaucoup moins brillants à une exposition donnée. Le système Pan-STARRS et le Large Synoptic Survey Telescope mentionnés ci-dessus sont des exemples de la nouvelle génération d'instruments.

Financé en partie par le Département de la défense des États-Unis, le télescope Pan-STARRS 1 actuellement exploité est un télescope de 1,8 mètre d'ouverture (PS1) en service à Haleakala, sur l'île de Maui (Hawaii). L'objectif est de réaliser des images CCD de parties du ciel (de 7 degrés carrés) deux fois chaque soir et de couvrir le ciel entièrement accessible trois fois par mois lunaire (28 jours) en utilisant la caméra CCD très grand format de 1,4 giga-pixels récemment mise au point. Ainsi, un objet géocroiseur en mouvement sera observé deux fois le soir de la découverte et deux fois de plus pendant deux autres nuits au cours de chaque période de 28 jours. Lorsque le télescope Pan-STARRS 4 (PS4) entrera en service avec ses quatre télescopes de 1,8 mètre d'ouverture, le système pourra donner des images des champs célestes avec une sensibilité deux fois supérieure (pénétration de 0,75 magnitude de plus) à celle du système Pan-STARRS 1 à un seul télescope, qui fera des observations jusqu'à une magnitude visuelle de 23. Le système Pan-STARRS 1 est maintenant construit et devrait être pleinement opérationnel fin 2010.

Le télescope Large Synoptic Survey Telescope doit être financé par la Fondation nationale pour la science des États-Unis, le Ministère de l'énergie, des donateurs privés et plusieurs autres donateurs de milieux universitaires et institutionnels. L'ouverture prévue du télescope est de 8,4 mètres de diamètre, avec un champ de vision de 9,6 degrés carrés. Il sera situé à Cerro Pachón, dans le nord du Chili, et si les fonds supplémentaires nécessaires sont obtenus, il devrait être mis en service en 2016. Son objectif est d'observer le ciel entièrement accessible toutes les trois nuits jusqu'à des magnitudes inférieures à la magnitude apparente de 24.

Aucun des programmes Pan-STARRS 1, Pan-STARRS 4 et LSST ne sera entièrement consacré à l'étude des objets géocroiseurs, mais tous trois incluent la découverte des objets géocroiseurs comme objectif scientifique essentiel. On utilise souvent le produit du champ de vision d'un télescope de recherche par l'ouverture du télescope pour mesurer l'efficacité avec laquelle une étude peut découvrir un objet géocroiseur. Ce produit, désigné "étendue du système" est d'environ 2 pour le système de découverte le plus performant actuellement en service (Catalina Sky Survey). L'étendue des télescopes PS1, PS4 et LSST sera d'environ 12, 51 et 319 respectivement.

Échange d'informations entre le Centre des planètes mineures et les centres de calcul des trajectoires du JPL et de Pise

Bien que l'objet principal du présent rapport porte sur le NEO Program Office du JPL, on trouvera ci-après une brève présentation des activités et des échanges du Centre des planètes mineures des États-Unis et des centres de calcul des trajectoires des objets géocroiseurs situés au Jet Propulsion Laboratory et à Pise (Italie).

Pour les objets géocroiseurs en particulier, le Centre des planètes mineures communique rapidement des données astrométriques et des calculs d'orbite préliminaire au Jet Propulsion Laboratory et à Pise. Au Jet Propulsion Laboratory, lorsque les données sont reçues, un processus automatique de détermination de l'orbite et de la future trajectoire entre en jeu et les informations sur les futures approches d'objets géocroiseurs sont diffusées immédiatement sur le site Web consacré aux objets géocroiseurs du laboratoire. Si le système de logiciel automatique note qu'une approche particulièrement étroite est possible, l'objet entre dans le système automatique Sentry, qui calcule les probabilités d'impact potentiel avec la Terre et les informations associées comme le moment de l'impact, la vitesse relative, l'énergie d'impact, les valeurs d'échelle de l'impact, etc. Les alertes du système Sentry sont automatiquement publiées sur le site Web du NEO Program Office (<http://neo.jpl.nasa.gov>). Pour les objets ayant une probabilité d'impact relativement élevée, une énergie d'impact élevée et/ou de brefs délais avant l'impact, le système Sentry informe le personnel du Program Office, qui procède à une vérification manuelle avant de publier les résultats sur le site. Dans ces cas, on contrôle dans un premier temps la précision de ces résultats, qui sont ensuite envoyés à Pise pour vérification. Au centre de Pise, un processus similaire a lieu et si le système Sentry et le système Near-Earth Objects Dynamic Site du centre à Pise donnent des résultats équivalents, les informations pertinentes sont publiées presque simultanément sur les sites Web du Jet Propulsion Laboratory et du centre situé à Pise. Comme les deux systèmes sont totalement indépendants, cette vérification croisée constitue un processus de vérification précieux avant la publication d'informations sur les objets suscitant un grand intérêt pour lesquels l'hypothèse d'une collision avec la Terre ne peut pas encore être exclue.

Near-Earth Object Program Office de la National Aeronautics and Space Administration

En juillet 1998, la NASA a créé au Jet Propulsion Laboratory le NEO Program Office chargé de coordonner et suivre la découverte d'objets géocroiseurs et leurs mouvements futurs, pour calculer les approches d'objets et, s'il y a lieu, leur probabilité d'impact avec la Terre. En mars 1999, l'Office a lancé un site Web d'information sur les objets géocroiseurs.

Le NEO Program Office reçoit des données astrométriques ainsi que les orbites préliminaires calculées par le Centre des planètes mineures, puis améliore constamment le calcul de ces orbites, ainsi que les prévisions d'approche étroite de la Terre, à mesure que sont reçues des données supplémentaires. Lorsqu'une nouvelle orbite correspond aux données observationnelles (astrométriques) disponibles, la trajectoire de l'objet est intégrée numériquement vers l'aval dans le temps pour indiquer toute approche étroite de la Terre au cours des 100 années à venir. Les calculs d'orbite du Jet Propulsion Laboratory sont effectués à l'aide de modèles informatiques de pointe qui tiennent compte des perturbations gravitationnelles des planètes, de la Lune, des grands astéroïdes, ainsi que des effets relativistes, de la réflexion thermique et/ou des effets (non gravitationnels) du dégazage. Ces mises à jour du calcul de l'orbite et des informations sur l'approche étroite de la Terre sont calculées automatiquement et publiées immédiatement sur le site Web du NEO Program Office. Les données relatives aux objets pour lesquels un impact avec la Terre ne peut encore être écarté sont automatiquement soumises au système Sentry pour une analyse plus poussée des risques.

Dans le système Sentry, les orbites futures possibles d'un objet sont examinées et les probabilités d'impact avec la Terre sont calculées pour des dates futures déterminées. Les résultats sont immédiatement publiés sur le site Web du Jet Propulsion Laboratory consacré aux objets géocroiseurs. La seule exception à cette séquence d'événements se produit lorsque des objets relativement grands ayant une probabilité d'impact relativement élevée et/ou de brefs délais avant l'impact avec la Terre sont découverts par le système Sentry. Dans ce cas de figure, un courrier électronique est envoyé au personnel du NEO Program Office pour demander une vérification des informations avant publication sur le site Web. Ce processus de vérification manuelle passe par une correspondance électronique avec le personnel de Pise pour comparer les résultats qui une fois vérifiés, sont communiqués au siège de la NASA. Une autre vérification des informations est également faite au Jet Propulsion Laboratory par un processus de Monte Carlo indépendant, qui détermine des milliers d'orbites variant légèrement qui pourraient correspondre aux observations disponibles et intègre numériquement en aval chaque orbite au moment de son impact possible avec la Terre. L'étendue de cette famille de trajectoires au moment de l'impact possible avec la Terre donne une probabilité d'impact avec la Terre rigoureuse. Du fait que le processus de Monte Carlo demande d'importantes ressources informatiques, il n'est utilisé que pour vérifier les résultats du système Sentry beaucoup plus rapide.

Outre les informations actualisées sur les orbites, les futures approches étroites de la Terre, les probabilités et circonstances d'un impact avec la Terre (données par le système Sentry), le site Web du Jet Propulsion Laboratory consacré aux objets géocroiseurs fournit les informations suivantes:

- a) Descriptions des programmes de recherche des objets géocroiseurs et liens vers leurs sites Web respectifs;
- b) Graphiques et statistiques montrant l'historique des découvertes d'objets géocroiseurs, qui met en évidence l'augmentation spectaculaire du taux de découverte depuis 1998;
- c) Descriptions des missions spatiales ayant pour cible les objets géocroiseurs et liens vers chaque programme;
- d) Foire aux questions sur les objets géocroiseurs;
- e) Diagrammes orbitaux interactifs de toutes les comètes et de tous les astéroïdes;
- f) Éléments orbitaux et magnitudes absolues (évaluations de la brillance);
- g) Rapports récents de la NASA relatifs aux objets géocroiseurs;
- h) Rapports sur les récentes études réalisées par l'équipe du NEO Program Office au Jet propulsion Laboratory, notamment sur l'utilité des remorqueurs gravitationnels pour dévier un objet géocroiseur menaçant la Terre;
- i) Articles récents publiés sur le site Web consacré aux objets géocroiseurs;
- j) Éphémérides utilisées par les astronomes pour déterminer la position céleste, la vitesse, la distance par rapport au Soleil et à la Terre, la brillance apparente, et plus de 100 autres catégories de renseignements sur tout objet particulier. Ce système en ligne Horizons du Jet Propulsion Laboratory, qui a été

primé, est également utilisé par la communauté scientifique internationale pour produire des données éphémérides précises pour les 450 000 objets actuellement connus du système solaire. Ces objets comprennent le Soleil, les planètes, leurs satellites, les astéroïdes, les comètes et de nombreux engins spatiaux. Ce système est largement utilisé par les observateurs, les chercheurs et les organisateurs de missions pour planifier les observations et suivre les cibles des télescopes spatiaux et au sol, ainsi que les engins spatiaux. Depuis sa création en octobre 1996, le système Horizons a répondu à plus de 10 millions de demandes (plus de 2 200 en moyenne par jour) reçues de 300 000 lieux différents.

Certains des succès les plus récents du NEO Program Office comprennent:

a) La découverte d'un nouvel astéroïde appelé 2009 VA, d'un diamètre de seulement 7 mètres environ, qui est passé à environ 2 rayons terrestres (14 000 km) de la surface de la Terre le 6 novembre 2009, vers 16 h 30 (EST). C'est le troisième proche passage le plus proche de la Terre (sans impact) jamais enregistré pour un astéroïde répertorié;

b) Le nouveau calcul de la trajectoire de l'objet géocroiseur Apophis par le personnel du Program Office, utilisant des observations astrométriques actualisées et améliorant l'exactitude des observations antérieures. Selon ce nouveau calcul, la probabilité d'une collision dangereuse avec la Terre en 2036 est considérablement plus faible, puisqu'elle est tombée de 1 sur 45 000 à 1 sur 250 000;

c) L'achèvement par le personnel du Program Office de deux études sur l'atténuation des risques pour la Terre d'objets géocroiseurs menaçants. Ces études informent sur la viabilité de l'utilisation d'un remorqueur gravitationnel pour dévier un petit astéroïde et sur les "trous de serrure" dynamiques liés à un passage à proximité de la Terre pouvant conduire à un impact avec la Terre lors d'un passage ultérieur. Les remorqueurs gravitationnels sont les plus efficaces quand ils peuvent profiter de l'effet démultiplicateur créé par un trou de serrure dynamique;

d) La prévision rapide et correcte de l'impact du petit astéroïde 2008 TC3 (quelques mètres de diamètre) avec la Terre le 6 octobre 2008 au-dessus du nord du Soudan à 2 h 46 TU et la récupération des météorites résultant de cette collision.

Le développement du logiciel automatique déjà en place au NEO Programme Office a tenu compte de la prochaine génération de recherche, où l'on s'attend à une augmentation du taux de découverte de plus d'un ordre de grandeur. La charge supplémentaire sera alors traitée à l'aide d'ordinateurs supplémentaires fonctionnant en parallèle et aucune modification importante du logiciel ne devrait être nécessaire. La prochaine génération de recherche découvrira probablement 40 fois plus d'alertes d'impacts avec la Terre qu'actuellement (principalement des cas dans lesquels une orbite initiale imprécise n'exclut pas encore un impact avec la Terre). Si certains processus et interfaces devront être affinés, le NEO Program Office au Jet Propulsion Laboratory est bien placé pour faire face à l'augmentation des activités.

Moyens d'action contre un astéroïde menaçant la Terre

Bien qu'Hollywood ait inventé des méthodes pittoresques pour arrêter un astéroïde qui va entrer en collision avec la Terre, aucun organisme national ou international ne s'est encore vu confier cette tâche, et aucun astéroïde de ce genre n'a encore été

découvert. Un certain nombre d'études universitaires et techniques ont toutefois été réalisées pour déterminer comment éviter l'impact dévastateur d'un astéroïde. Ce sont les astéroïdes qui constituent la principale menace à court terme, car à l'intérieur du système solaire interne ils sont cent fois plus nombreux que les comètes.

Compte tenu de l'extrême diversité de la taille et de la trajectoire des astéroïdes menaçant la Terre et du temps dont on dispose pour agir, le défi à relever pour trouver une solution appropriée variera lui aussi. Sauf si l'on dispose d'un délai de quelques décennies, pour dévier ou fragmenter des astéroïdes dangereux d'un diamètre supérieur à quelques centaines de mètres il faudrait des niveaux d'énergie très élevés, éventuellement en recourant à des explosions nucléaires.

Pour les astéroïdes bien plus nombreux qui ont un diamètre de moins de quelques centaines de mètres, un temps d'avertissement allant de plusieurs années à une décennie est suffisant pour être en mesure de lancer un engin spatial robotisé lesté qui entre en collision avec l'objet géocroiseur, en modifiant sa vitesse et en le faisant suffisamment dévier de sa trajectoire pour prévenir une collision avec la Terre. L'efficacité de la technologie de navigation spatiale pouvant provoquer un tel impact a été démontrée lorsque la sonde Deep Impact a délibérément percuté la comète Tempel 1 le 4 juillet 2005 afin d'en étudier la composition.

L'utilisation des explosions nucléaires et des impacts avec des engins spatiaux pour dévier des objets géocroiseurs menaçants a été étudiée de façon assez poussée. Plus récemment, une autre piste a été suggérée pour le petit sous-ensemble d'astéroïdes qui pourraient frôler la Terre quelques années avant que l'impact prévu ne se produise: en effet si la trajectoire de l'astéroïde le fait passer à proximité de la Terre, son déplacement s'en trouve si fortement modifié qu'une modification relativement faible de sa vitesse à l'approche serrée serait démultipliée lors de son survol, de sorte qu'à son prochain passage l'astéroïde éviterait la Terre. Dans ces cas de figure relativement peu fréquents, l'attraction gravitationnelle même très faible entre l'astéroïde et l'engin spatial (appelé "remorqueur gravitationnel") à micropoussée pourrait suffisamment modifier la vitesse de l'astéroïde pour prévenir une collision avec la Terre.

Pour que ces moyens d'atténuation soient efficaces, il faut découvrir un astéroïde menaçant et déterminer ses caractéristiques physiques suffisamment tôt pour préparer la riposte appropriée et c'est dans cet esprit que fonctionne le Programme d'observation des objets géocroiseurs de la NASA. Cependant, comme les petits objets géocroiseurs sont proportionnellement plus nombreux, la plus grave menace d'impact vient des objets relativement petits qui sont les plus difficiles à détecter à l'avance. En conséquence, il faut aussi envisager d'émettre des alertes et d'évacuer les régions qui seraient touchées par une collision imminente avec un petit objet récemment découvert. Toutefois, si l'objet pouvait être détecté à temps et dévié de sa trajectoire vers la Terre à l'aide de techniques spatiales, ce serait là une prodigieuse démonstration de nos capacités dans le domaine spatial.

Conseil consultatif de la génération spatiale

[Original: anglais]

En tant que membre de l'Équipe sur les objets géocroiseurs, le Conseil consultatif de la génération spatiale reconnaît l'importance des travaux du Groupe de travail sur les objets géocroiseurs et il appuie vigoureusement ses efforts. Comme indiqué dans le plan de travail du Groupe de travail pour 2009, l'Année internationale de l'astronomie peut être l'occasion de susciter une prise de conscience de la menace que constituent les objets géocroiseurs. Estimant qu'il est nécessaire de sensibiliser les jeunes, le Conseil consultatif prépare des programmes d'information destinés à accroître leur participation.

Le concours intitulé "Dévier un astéroïde", organisé chaque année par le Conseil consultatif depuis 2008, invite les étudiants et les jeunes spécialistes à trouver des solutions innovantes pour dévier un astéroïde. Les dossiers sont examinés par des experts et le lauréat peut présenter son projet lors du congrès annuel du Conseil consultatif, tenu en marge du Congrès international d'astronautique. Grâce à ce concours, les jeunes participent activement aux activités relatives aux objets géocroiseurs et analysent les questions qui s'y rattachent.

Le Conseil consultatif a été l'un des organisateurs officiels de la première Conférence sur la défense planétaire intitulée "Protéger la Terre des astéroïdes", qui s'est tenue à Grenade (Espagne) en avril 2009, et deux membres du Conseil consultatif ont siégé au comité d'organisation. Le Conseil a saisi cette occasion pour annoncer la tenue de l'édition 2009 du concours "Dévier un astéroïde" et interroger des experts pour recueillir leurs points de vue sur divers thèmes importants liés à l'atténuation de cette menace, notamment la ligne politique à adopter, la sensibilisation du public et l'utilisation de dispositifs nucléaires. Les images qui ont été tournées ont servi à réaliser un documentaire destiné au grand public pour l'informer avec exactitude des dangers et des utilisations futures des objets géocroiseurs, qui est disponible sur le site Web du Conseil consultatif.

Des membres du Conseil consultatif ont fait des exposés sur les activités menées par le Conseil en ce qui concerne les objets géocroiseurs lors de la Conférence sur les objets géocroiseurs tenue dans le Nebraska (États-Unis) en avril et lors du Congrès international d'astronautique tenu à Daejeon (République de Corée) en octobre 2009.

Le Conseil consultatif entend continuer à sensibiliser les jeunes et à les impliquer dans le domaine des objets géocroiseurs, ainsi qu'à les informer sur les enjeux actuels, par exemple les travaux de l'Équipe. Il est persuadé qu'un public bien informé, et plus particulièrement les jeunes, peut exercer une influence positive dans le domaine de l'atténuation des risques liés aux objets géocroiseurs.

Secure World Foundation

[Original: anglais]

En 2009, la Secure World Foundation est devenu membre actif de l'Équipe sur les objets géocroiseurs. Afin de soutenir l'effort en matière d'objets géocroiseurs, la Fondation a coorganisé un atelier sur la gouvernance des objets géocroiseurs axé sur

le droit international et l'action au niveau international, en collaboration avec l'Université du Nebraska et le Programme de droit des télécommunications à Lincoln, au Nebraska (États-Unis). Une semaine plus tard, la Fondation a présenté les conclusions de cet atelier à la première Conférence sur la défense planétaire intitulée "Protéger la Terre des astéroïdes", et parrainé une séance sur les aspects internationaux de la gouvernance des objets géocroiseurs.

En 2009, la Fondation a fait à l'Université du Nebraska une donation en faveur de la recherche sur les questions juridiques liées aux objets géocroiseurs, contribué à la publication d'un numéro spécial consacré aux objets géocroiseurs de la revue *The Planetary Report* avec l'appui de la Société planétaire (à paraître en 2010), soumis des articles devant être publiés dans des revues traitant de l'espace et de l'éducation et apporté son concours à l'auteur Mike Moore qui rédige un ouvrage sur la protection de la Terre.

La Secure World Foundation a prévu de mener en 2010 les activités de défense planétaire suivantes: un atelier pour le réseau d'information, d'analyse et d'alerte et la rédaction d'un guide d'introduction aux objets géocroiseurs organisé autour d'un Wiki et destiné aux journalistes, aux parlementaires et aux diplomates.