

Des initiatives commerciales de gestion de l'environnement spatial

Richard DALBELLO

L'industrie des satellites commerciaux compte dans l'espace des dispositifs d'une valeur de plusieurs milliards de dollars. La croissance et l'évolution de ses activités repose sur ce milieu unique. La sûreté et la préservation de l'espace sont par conséquent deux priorités essentielles pour l'industrie des satellites. Cet article présente les actions menées par l'industrie pour coordonner les mesures de contrôle du trafic spatial et pour gérer le problème grandissant des interférences radioélectriques.

Informations générales

L'industrie des satellites commerciaux offre des services essentiels quasiment depuis que l'homme s'est lancé dans l'exploration spatiale. Au fil des décennies, cette industrie a participé au développement des technologies ainsi qu'à la mise en place de normes et s'est associée aux gouvernements pour mettre au point des cadres de réglementation internationaux. La réussite des programmes spatiaux commerciaux et gouvernementaux entraîne une augmentation de l'utilisation de l'environnement spatial. Cette tendance a provoqué un encombrement orbital ainsi qu'une multiplication des débris spatiaux et des demandes de ressources en fréquences (alors qu'elles sont limitées). Ces questions ne pourront être réglées que s'il existe un fort partenariat entre les gouvernements et l'industrie et si la diplomatie et le droit international progressent prudemment en se fondant sur l'expérience.

L'industrie des satellites n'a jamais considéré comme acquis l'environnement dans lequel elle travaille. L'industrie a énormément investi dans les technologies et déniché les cerveaux les plus brillants pour exploiter au maximum mais durablement l'environnement spatial. Lorsque des problèmes sont apparus, comme les interférences électroniques ou les débris spatiaux, l'industrie a pris l'initiative de déployer de nouvelles technologies et adopté de nouvelles pratiques pour limiter les conséquences négatives.

Le contrôle du trafic spatial

Depuis janvier 2007, Intelsat compte sur un système interne pour éviter les risques de proximité et garantir la sûreté de sa flotte de plus d'une cinquantaine de satellites. Ce système utilise des informations du United States Joint Space Operations Center (JSpOC) pour repérer les satellites qui risqueraient d'être trop près les uns des autres. Les informations (des données sur deux lignes appelées aussi code TLE) utilisées dans ce processus sont disponibles sur un site web du Gouvernement américain (Space-Track.org). Space Track obtient du Département de la défense des États-Unis des données orbitales des

Richard DalBello est vice-président des affaires juridiques et gouvernementales de Intelsat General Corporation.

satellites et publie, quasiment en temps réel, le code TLE sur deux lignes. Space Track communique ces données à des abonnés qui les demandent. Intelsat contrôle régulièrement ses satellites avec les données TLE et, lors d'activités spéciales comme le repositionnement de satellites ou les missions en orbite de transfert, nous échangeons des données avec d'autres exploitants commerciaux ou gouvernementaux dont les satellites sont proches des nôtres. Les informations échangées sont généralement la dernière position connue, les plans de manœuvre à court terme, les fréquences ainsi que des contacts pour d'autres discussions.

Le processus utilisé aujourd'hui pour surveiller les risques de rapprochements présente des inconvénients. Outre l'absence de normes communes concernant la modélisation du code TLE, les données TLE ne sont pas suffisamment précises pour assurer une détection fiable d'éventuelles collisions. Un exploitant obligé de compter sur les données TLE doit augmenter la marge calculée de collision pour éviter les risques de rapprochements. Ce processus utilise du combustible et réduit la vie des satellites ; il peut être à l'origine d'incertitudes susceptibles de compromettre la sûreté des opérations spatiales. Dans la plupart des cas, les menaces repérées grâce aux données TLE élémentaires sont requalifiées après consultation d'autres exploitants ou à la suite de nouvelles évaluations utilisant des données orbitales plus précises.

Les exploitants qui doivent parer à l'inexactitude des données TLE ne disposent pas non plus d'informations fiables sur les manœuvres futures des satellites. Cette situation limite l'utilité des données TLE pour les prédictions à plus long terme car les informations concernant les manœuvres sont indispensables pour prédire correctement la position orbitale des satellites actifs. Aujourd'hui, les exploitants qui utilisent des systèmes de propulsion chimique manœuvrent environ tous les quinze jours pour maintenir leur position orbitale. Il sera de plus en plus difficile de prédire avec exactitude la position orbitale d'un satellite car ils sont toujours plus nombreux à utiliser des systèmes de propulsion ionique et doivent donc manœuvrer constamment.

Le fait qu'il n'existe pas une norme unique pour indiquer la position d'un objet dans l'espace complique le problème. Les exploitants définissent différemment la position orbitale de leurs satellites selon le logiciel qu'ils utilisent pour les opérations de vol. Ajoutons qu'il n'existe pas de protocole commun pour l'échange d'informations et les exploitants qui coordonnent les opérations doivent être disposés à s'adapter aux pratiques des autres exploitants. Pour ce faire, des outils différents

Les efforts nécessaires pour assurer la surveillance de l'espace ne cessent d'augmenter en raison du nombre croissant d'exploitants impliqués dans la coordination.

sont nécessaires pour échanger des données avec chaque exploitant : les exploitants doivent disposer de multiples outils et protocoles de transfert de fichiers pour convertir et reformater les informations afin qu'elles puissent être lues par les logiciels d'autres propriétaires ou exploitants pour calculer les risques de proximité trop étroite entre des satellites. Si certains exploitants écrivent leurs propres outils logiciels pour contrôler et anticiper le rapprochement d'engins spatiaux, d'autres font appel à des tiers pour ce type de services. Les efforts nécessaires pour assurer la surveillance de l'espace ne cessent d'augmenter en raison du nombre croissant d'exploitants impliqués dans la coordination. Les exploitants n'ont toutefois pas d'autre obligation en matière de suivi de leurs satellites que celles exigées par l'autorité nationale ou régionale compétente. Ils sont, en outre, nombreux à ne pas pouvoir ou ne pas vouloir s'impliquer dans la surveillance des risques de proximité des satellites à cause d'un manque de ressources ou de capacités.

Les données TLE étant relativement peu précises, l'armée de l'air des États-Unis a mis en place le processus dit du formulaire 1 (*Interim CFE Data/Analysis Redistribution Approval Process*) pour que les exploitants puissent avoir accès à d'autres informations que les simples données TLE. Par le biais de ce processus, les exploitants peuvent demander des informations complémentaires (les données des perturbations spéciales) concernant des situations particulières de proximité (même si c'est moins utile pour les satellites en orbite terrestre basse car les distances changent rapidement). Bien qu'il soit utile,

ce processus est contraignant car il implique des notifications préalables bien souvent impossibles dans des situations d'urgence.

L'idée d'un centre de données

Les insuffisances du programme actuel CFE (qui repose sur des données TLE) et la nécessité d'améliorer la communication entre les exploitants ont conduit un certain nombre d'exploitants de satellites commerciaux à engager de grandes discussions pour trouver comment perfectionner l'échange d'informations au sein de l'industrie des télécommunications par satellite. La communauté internationale des exploitants examine actuellement l'idée d'un centre de données qui serait le dépositaire d'informations concernant les fréquences, les manœuvres et les orbites des satellites commerciaux. Les exploitants de satellites confieraient régulièrement à ce centre les informations concernant leur flotte et obtiendraient, lorsque cela serait nécessaire, des informations d'autres exploitants membres. Le centre de données permettrait aux exploitants de compléter les données TLE existantes avec des données orbitales précises et les plans de manœuvre des flottes des exploitants. Le centre de données pourrait aussi :

- convertir des données et effectuer des tâches de reformatage pour que les exploitants puissent partager des données orbitales ou éphémérides sous différents formats ;
- préciser l'usage et la définition de la terminologie employée ;
- établir des protocoles opérationnels communs pour faire face aux situations d'urgence et de routine ;
- échanger les coordonnées du personnel des exploitants ainsi que des protocoles en prévision des besoins.

Le centre de données pourrait par la suite effectuer des tâches additionnelles comme le contrôle de la proximité des satellites actuellement réalisé par les exploitants. À ce stade, le code TLE communiqué par le Gouvernement américain pourrait être complété par les données plus précises dont disposent les exploitants. Cela permettrait d'améliorer la précision du contrôle des conjonctions exercé par le centre et offrirait aux exploitants une procédure standard d'échange d'informations avec les gouvernements. Au début, les informations concernant les objets spatiaux non opérationnels devraient tout de même être complétées par les données TLE du programme CFE de l'armée de l'air des États-Unis ou d'autres programmes gouvernementaux. Un appui gouvernemental, américain ou autre, serait tout de même indispensable lorsque des renseignements précis seraient nécessaires pour planifier des manœuvres d'évitement.

Suite aux séminaires des principaux exploitants/propriétaires commerciaux organisés à Washington en février 2008 et à Ottawa en décembre 2008, un centre de données a été mis sur pied sous forme de prototype actif pour étudier la faisabilité d'une telle approche. Une majorité des exploitants présents a convenu qu'il fallait simplifier le processus d'échange de données pour réduire les risques pour la sécurité des vols et souligné l'importance de créer un centre de données commun. Les exploitants ont accepté de travailler sur le prototype de centre de données pour démontrer l'importance d'une meilleure coordination du contrôle des conjonctions. Ce prototype est un centre virtuel, financé actuellement par le Center for Space Standards and Innovation (un service de recherche de Analytical Graphics, Inc.).

Le prototype a très vite évolué et compte aujourd'hui sept exploitants qui communiquent régulièrement des données provenant de plus de 120 satellites en orbite géostationnaire. Ces exploitants reçoivent chaque jour des alertes concernant la proximité de certains satellites lorsque les distances et les probabilités de conjonctions sont inférieures à certains seuils ainsi qu'un rapport de surveillance indiquant la distance par rapport aux satellites se trouvant dans un cadre de contrôle voisin

(les satellites géostationnaires sont généralement tenus de rester dans un certain cadre dans l'espace). Les exploitants participant communiquent leurs données éphémérides dans les cadres de références et les systèmes horaires de leurs logiciels de vol et le centre de données effectue la transformation et le reformatage dans un cadre commun permettant d'analyser les risques de proximité des satellites. Ce processus simplifie grandement les processus et réduit la tâche de chaque exploitant ; il devrait donc encourager d'autres exploitants à s'impliquer. Comme le centre de données s'occupe de l'échange d'informations satellitaires, qui sont pour la plupart exclusives, une politique rigoureuse a été mise en place pour garantir la confidentialité des données. Le centre n'est pas autorisé à communiquer aux non membres les données qu'il a reçues des exploitants/propriétaires sans l'autorisation de ces derniers. S'il reste encore énormément à faire pour affiner le processus, les premiers résultats du prototype de centre de données sont très prometteurs.

L'objectif premier du centre est de favoriser la sûreté des opérations spatiales en favorisant la coordination et la communication entre les exploitants commerciaux. Le centre de données pourrait aussi faciliter la communication entre les exploitants et les gouvernements. Les détails concernant la mise en œuvre du centre de données, les services devant être fournis, les politiques d'utilisation, la structure et les statuts de l'organisation doivent être précisés et devront faire l'objet d'un accord entre les exploitants membres. La mise en place d'un centre de données offrirait une meilleure visibilité et connaissance de l'orbite géostationnaire; elle permettrait aussi à tous les satellites d'opérer de manière plus sûre et réduirait le risque d'un incident international involontaire dans l'espace.

L'initiative des exploitants de satellites concernant les interférences radioélectriques

En plus du projet concernant le centre de données, un certain nombre d'exploitants de satellites, et notamment Arabsat, Asiasat, Eutelsat, Hispasat, Inmarsat, Intelsat, JSAT, SatMex, SES et Telesat, travaillent ensemble sur un projet qui porte sur les interférences radioélectriques (appelé The Satellite Operators' Radio Frequency Interference (RFI) Initiative). Le but de cette initiative est de répondre aux préoccupations des clients des satellites concernant la multiplication du nombre d'incidents liés à des interférences radioélectriques et l'impact de ces incidents sur la qualité des services des satellites commerciaux.

L'interférence radioélectrique est une perturbation électromagnétique qui interrompt, freine ou réduit les performances d'un équipement électronique. Chaque année, des milliers d'incidents liés à des interférences radioélectriques sont signalés. Elles peuvent provenir du satellite ou du terminal sur terre et être dues à la défaillance du matériel, la proximité d'un équipement (dans l'espace ou sur terre) ou à des problèmes liés au mécanisme de transfert du signal. Au fil des années, les exploitants de satellites ont établi des accords informels et déployé de nouvelles technologies pour tenter de lutter contre le problème des interférences. Ces accords informels n'ont pas suivi l'évolution du problème : la multiplication des satellites dans l'espace et des terminaux sur terre pose de nouvelles difficultés opérationnelles.

La croissance de l'industrie commerciale et la progression des demandes de positions orbitales ont conduit les organismes mondiaux de contrôle à réduire la distance qui sépare les satellites. Cette évolution a exacerbé le problème des interférences entre satellites voisins. L'augmentation du nombre de satellites va de pair avec la prolifération des terminaux au sol. L'industrie des terminaux a progressé et de nouveaux fournisseurs sont arrivés sur le marché ; il est difficile de contrôler la qualité de certains produits. Aujourd'hui, le marché voit progresser la demande de terminaux mobiles et plus petits. Les terminaux de ce type nécessitent une liaison montante plus puissante ce qui multiplie les risques d'interférences. Enfin, en raison de la progression rapide de l'industrie, certains nouveaux opérateurs ont du mal à avoir accès à la formation. Les registres de l'industrie montrent clairement

que les erreurs des exploitants restent l'une des principales causes d'interférences. Les exploitants ne sont pourtant pas tenus au niveau international par des obligations de formation.

Les préoccupations que suscitent ces différentes questions ont incité un certain nombre d'exploitants de satellites à lancer une action appelée Satellite Interference Initiative (SII). Cette initiative vise trois objectifs principaux.

- Favoriser une formation standard et des programmes de certification : la formation est un élément indispensable au bon fonctionnement des satellites. L'expansion de l'industrie et l'exacerbation de la concurrence ont fragilisé l'intérêt de l'industrie à former des personnes chargées d'installer des antennes ou des liaisons montantes. L'initiative en est à ses débuts et les discussions n'impliquent pour l'instant que les exploitants qui travaillent ensemble sur l'initiative SII. Les exploitants impliqués veulent être soutenus pour établir une formation standard et, là où cela s'avère nécessaire, des programmes de certification pour veiller à la conformité avec les meilleures pratiques de l'industrie.
- Recommander l'utilisation dans les terminaux d'une technologie permettant d'identifier l'exploitant : cette technologie d'identification permettrait de repérer le matériel en mauvais état de marche ou mal entretenu. Il faudrait inclure dans le signal du satellite des informations comme sa position, les coordonnées de l'exploitant et des données concernant le matériel. Pour qu'une telle initiative soit efficace, les fabricants d'antennes devraient faire de cette technologie un élément standard de leur matériel. Dans le cadre de l'initiative SII, les exploitants de satellites contacteront les principaux fabricants pour tenter d'obtenir un consensus autour de l'inclusion de cette technologie.
- Encourager l'échange de données entre les exploitants de satellites : comme dans le cadre de l'initiative du centre de données pour déterminer les positions, l'initiative SII veut formaliser, normaliser et, dans la mesure du possible, automatiser le processus d'échange d'informations au sujet des interférences. Pour identifier la source d'une interférence, les exploitants doivent connaître un certain nombre d'éléments comme la position exacte des satellites, des informations de configuration et les liaisons montantes connues (ou émetteurs de référence). Ces données pourraient être entrées dans une base de données sur les interférences radioélectriques et communiquées régulièrement dans le cadre d'un réseau d'alerte sur les interférences.

Au cours des dix prochaines années, de nombreux autres pays auront la capacité d'exploiter l'espace à des fins commerciales, scientifiques et gouvernementales. Si les exploitants de satellites commerciaux ont pris l'initiative de mettre en place des instruments pour gérer l'espace, les gouvernements ont plus de mal à s'entendre sur les mesures à prendre. Il existera peut-être à l'avenir des systèmes commerciaux et gouvernementaux de gestion de l'espace qui s'échangeront des informations pour garantir un environnement spatial sûr et durable. Des programmes comme le centre de données pour le trafic spatial et l'initiative SII deviendront des outils indispensables pour gérer ce monde toujours plus complexe. L'industrie et les gouvernements doivent absolument travailler ensemble s'ils veulent indiquer la voie à suivre pour les questions de gestion de l'espace afin de protéger les activités spatiales de demain. De mauvaises décisions et une logique à court terme créeront des problèmes qui toucheront de nombreuses générations. De sages décisions et une protection attentive de nos ressources spatiales précieuses permettront à ceux qui suivront nos traces dans les décennies à venir de profiter des avantages considérables que représentent l'exploration et l'utilisation de l'espace à des fins pacifiques.

