

LA POSITION AMERICAINE EN MATIERE DE LUTTE CONTRE LA PROLIFERATION DES DEBRIS ET DE GESTION DU TRAFIC SPATIAL

Par

Perrine BARTHOMEUF

*Avocat, Docteur en Droit
Présidente d'URANIA SpaceLaw,
membre fondateur de l'ESLA (European Space Law Association)*

Le volume des débris en orbite augmente de manière inquiétante.

Un débris se définit comme

En 2025 on dénombre plus de 40.000 débris d'une taille supérieure à 10 cm (avec une augmentation de ..par rapport à 2023). On estime à plus d'un million, le nombre de débris compris entre 1 et 10 cm.

90 % des débris sont situés en orbite basse ($600 \text{ km} < \text{LEO} < 1200 \text{ km}$), zone stratégique pour les satellites de communication et d'observation.

Cette forme de pollution est dite « proliférante » en ce sens où une collision initiale va générer un nuage de débris qui va, à son tour, entrer en collision avec d'autres débris, générant une réaction en chaîne. La prolifération des débris en orbite devient exponentielle. L'ESA estime que le nombre de débris pourrait augmenter de 50 % d'ici 2050, en dehors de tout nouveau lancement.

Dès lors la situation devient d'autant préoccupante sous l'effet du déploiement des mégaconstellations en orbite...

Les dangers découlant de cette pollution spatiale sont parfaitement identifiés :

- Les orbites stratégiques saturées de débris deviendront inaccessibles et partant, inutilisables (70 % des satellites Starlink sont en LEO)
- Les coûts annuels des polices d'assurances spatiales vont mécaniquement augmentés (à titre d'exemple, la prime moyenne d'un satellite est passée de 0,5 % à 2 % de sa valeur en 10 ans.
- Les budgets des programmes spatiaux devront être revus à la hausse compte tenu de la multiplication des manœuvres d'évitement réalisées, souvent gourmandes en énergie (et diminuant d'autant la durée de vie d'un satellite)

On compte entre 5 à 10 événements critiques majeurs (collisions, fragmentation, explosions) générant des milliers de nouveaux débris.

Les Etats-Unis ont été les premiers à

Il y a donc urgence à agir.

La gestion des débris spatiaux s'impose comme un enjeu majeur de la pérennité de leurs activités spatiales.

Les Etats-Unis ont été parmi les premiers à appréhender sur un plan pratique et réglementaire la problématique des débris spatiaux.

Dès 2001 la NASA en coordination avec le département de la défense et la FCC ont adopté l'ODMSP (Orbital Debris Mitigation Standard Practices)https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2018/01/usg_orbital_debris_mitigation_standard_practices_november_2019.pdf. Il s'agit de guidelines, sans portée contraignante déterminant les bonnes pratiques pour lutter contre la prolifération des débris. Ce texte est mis à jour régulièrement au regard des évolutions techniques et du niveau des exigences en matière de préservation de l'environnement spatial. Il s'ordonne autour de 5 objectifs :

1- control of debris released during normal operations

Les engins spatiaux doivent être conçus pour éviter ou réduire au maximum la libération de débris. Chaque cas de libération planifiée de débris de plus de 5 mm et qui reste en orbite pendant plus de 25 ans doit être évalué et justifié.

Afin de quantifier l'impact des débris en orbite, l'ODMSP pose la règle des 100 objet-années par engin spatial ou étage supérieur en LEO. Il s'agit de la somme du temps passé en orbite (en années) par chaque débris libéré.

Ce concept combine deux facteurs :

- le nombre de débris libérés.
- la durée pendant laquelle ces débris restent en orbite.

Concrètement, 1 année-objet signifie qu'un débris reste en orbite pendant 1 an.

Par exemple, si un débris reste en orbite pendant 100 ans, cela équivaut à 100 années-objet, ou si 10 débris restent en orbite pendant 10 ans, cela équivaut également à 100 années-objet ($10 \text{ débris} \times 10 \text{ ans} = 100 \text{ années-objet}$).

Maintenant si lors d'une mission, un étage supérieur de fusée libère 5 débris en LEO et que le débris 1 reste en orbite pendant 20 ans, le débris 2 pendant 15 ans, le débris 3 pendant 10 ans, le débris 4 pendant 5 ans et le débris 5 pendant 2 ans alors le produit « objet-temps » sera calculé comme suit : $20+15+10+5+3 = 52 \text{ années-objet}$. Cette mission respecte la limite des 100 années-objet.

Cette règle tend à inciter les concepteurs à limiter à la fois le nombre de débris libérés et leur durée de vie en orbite.

2- Minimizing debris generated by accidental explosions

Pendant les opérations de mission :

Les engins spatiaux et les étages supérieurs doivent être conçus pour que la probabilité d'une explosion génératrice de débris soit inférieure à 0,1 % (1 sur 1 000). Cela inclut tous les modes de défaillance crédibles, sauf les impacts de petites particules.

Après les opérations de mission, les réacteurs doivent passivés et les réservoirs vidangés afin de minimiser les risques d'explosion accidentelle ou de collision ultérieure.

3- Selection of safe flight profile and operational configuration

Collision avec de gros objets pendant la durée de vie orbitale :

Tout engin spatial ou un étage supérieur et toute mission doivent être conçus de manière à limiter à 0,1 % (1 sur 1 000), la probabilité de collision avec des objets de 10 cm et plus, pendant leur durée de vie orbitale.

Collision avec de petits débris pendant les opérations de mission :

La conception des engins doit limiter à 1 % la probabilité de collisions avec des débris de moins de 1 cm empêchant l'élimination post-mission.

4- Postmission disposal of space structures

En fin de mission, tout objet spatial doit être éliminé d'une orbite utile. L'objectif est de récupérer l'objet et le retirer de l'orbite de préférence à la fin de la mission, et dans le délai de 5 ans après la fin de la mission.

Ainsi, au terme de sa mission, l'engin devra être opéré pour effectuer une rentrée atmosphérique (sécurisée en zone immergée) soit être réorbité vers une orbite cimetière (héliocentrique).

Un satellite en fin de vie en orbite basse finira par retomber sur Terre sous l'effet des frottements atmosphériques. En tout état de cause la règle des 25 ans s'appliquera à savoir que l'objet spatial ne devra pas occuper une orbite utile plus de 25 ans après la fin de sa mission. L'opérateur devra justifier de l'emploi de dispositifs spécifiques renforçant les frottements (déploiement de voile, etc) pour accélérer la rentrée atmosphérique.

Le "stockage entre LEO et GEO" implique de ré-orbiter un satellite en fin de vie, vers une orbite où il ne gênera pas les autres satellites ou missions spatiales. Concrètement, il s'agit de déplacer l'objet soit sur une orbite excentrique (cela permet de garder le satellite dans une zone "sûre" où il ne risque pas de croiser les orbites des satellites actifs en LEO ou GEO pendant longtemps) soit sur une orbite presque ronde. L'idée est d'amener le satellite à occuper la zone critique située autour de 20 182 km d'altitude pendant le moins de temps possible autrement dit moins de 25 ans au cours de 200 ans.

5- Clarification and additional standard practices for certain classes of space operations

Les méga constellations comportant plus de 100 satellites opérationnels doivent être conçues dans une optique d'élimination post mission par rentrée directe de chaque satellite avec une probabilité de réussite de 90 %.

Les CUBSAT ne disposent d'aucun traitement de faveur et doivent être déorbités dans la période de 25 ans après la fin de leur mission.

Concernant les missions de services en orbite et de nettoyage (par tractage d'épaves spatiales ou de récupération des débris), celles-ci devront être sécurisées de manière à limiter les risques de libération de débris et d'éviter les collisions et explosions accidentelles.

En septembre 2022, la FCC a renforcé sa politique de lutte contre la prolifération des débris en abaissant à 5 ans la durée maximale de désorbitation des satellites en fin de mission. Cette règle s'applique aux nouveaux satellites lancés après l'entrée en vigueur de la réglementation, ainsi qu'aux satellites existants qui doivent renouveler leur licence d'exploitation. Désormais tout opérateur privé ou public, quelque soit sa nationalité, opérant aux Etats-Unis, devra se conformer et démontrer sa capacité d'éliminer son satellite dans les 5 ans à compter du terme de sa mission. Cette politique s'inscrit dans un effort global de nettoyage actif de l'orbite terrestre dans un contexte d'utilisation intensive de l'espace *circum* terrestre. Les États-Unis espèrent que cette initiative incitera d'autres pays à adopter des règles similaires, renforçant ainsi la coopération internationale pour la préservation de l'espace.

Parallèlement à l'ODMSP, le 18 juin 2018 a été adoptée la Space Policy Directive 3 (SPD-3). Cette directive vise à améliorer la gestion du trafic spatial et à lutter contre les risques liés à la multiplication des débris.

Cette directive a pour objectif :

- D'améliorer la gestion du trafic spatial en initiant un système de surveillance et de coordination des activités spatiales, sur le modèle aérien, afin d'éviter les collisions. A ce titre, la SPD-3 confie au Department of Commerce (DoC) la responsabilité de créer un système de gestion du trafic spatial (Space Traffic Management, STM), fournissant des données précises et en temps réel de la position des satellites et des débris. En ce sens, il est nécessaire d'améliorer l'interopérabilité des données SSA et d'en permettre un meilleur partage.

Le DoC devra s'appuyer sur le Department of Defense (DoD), qui dispose d'ores et déjà d'un catalogue complet des objets en orbite grâce au *U.S. Space Surveillance Network*.

Au plan interne, l'ODSMP et la SPD 3 acquièrent une portée contraignante grâce à leur intégration au processus d'octroi des licences. Autrement dit, l'octroi des licences est conditionné au respect de bonnes pratiques en matière de lutte contre la prolifération des débris.

Au plan externe, les États-Unis entendent s'imposer comme un acteur clé en matière de soutenabilité des activités spatiales en orbite, aussi cherchent-ils à promouvoir leurs réglementations au sein des instances internationales.

5 février 2025

Textes de référence

<https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2021/01/National-Orbital-Debris-RD-Plan-2021.pdf>

<https://standards.nasa.gov/sites/default/files/standards/NASA/C/0/nasa-std-871914c.pdf>

<https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv24i4.pdf>

<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2018-06-21/pdf/2018-13521.pdf>

Définitions

gestion du trafic spatial désigne la planification, la coordination et la synchronisation en orbite des activités visant à améliorer la sécurité, la stabilité et la durabilité des opérations dans l'environnement spatial.

Les débris orbitaux, ou débris spatiaux, désignent tout objet spatial résiduaire d'une mission spatiale, se trouvant sur orbite (étage de lanceur, résidus de satellite, épave satellitaire, etc..)