

# L'ODYSSÉE RADIOACTIVE DE COSMOS 1900

*Ce satellite soviétique doté d'un générateur nucléaire tombe vers la Terre. Le risque qu'une partie des 50 kg d'uranium enrichi et des débris radioactifs atteignent des régions habitées reste cependant très faible.*

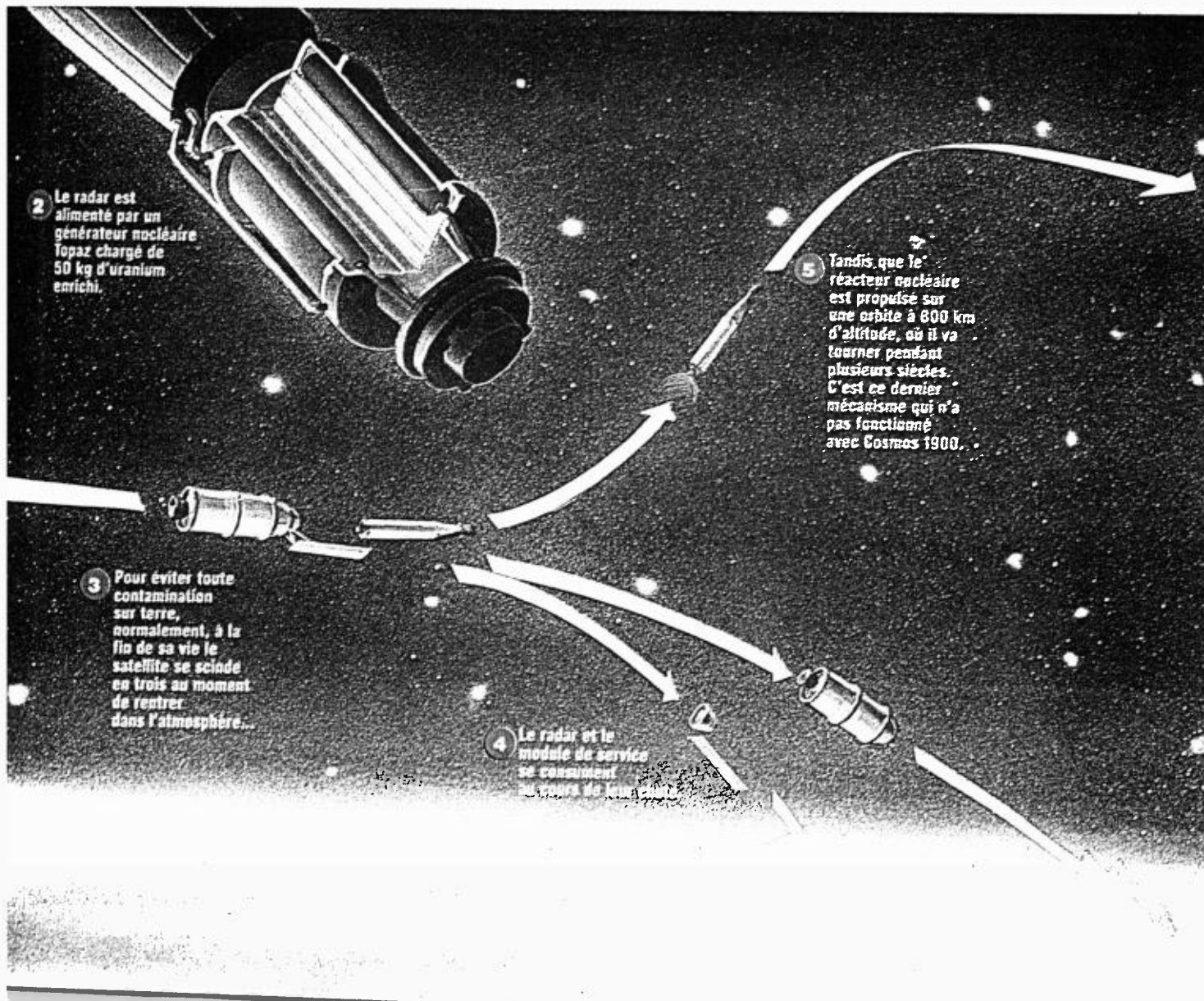


1 Les satellites soviétiques du type Cosmos 1900 surveillent les océans au moyen d'un radar pendant trois mois.

**T**rente-quatrième satellite de sa série depuis le lancement de *Cosmos 198* en 1967, *Cosmos 1900* a été lancé le 12 décembre 1987 par une fusée SL-11 depuis le centre spatial de Tyuratam, au Kazakhstan, pour le compte du cinquième directorat du GRU, les renseignements militaires soviétiques. Selon les observations des radars du NORAD américain, il a la forme d'un cylindre de 14 m de long et 2,5 m de diamètre, pesant environ 5 tonnes. Sa mission : traquer pendant environ trois mois, les navires de l'OTAN à l'aide d'un radar possédant une antenne rectangulaire d'environ 10 m<sup>2</sup>. Les Occidentaux appellent ces types de satellites des RORSAT (*Radar Ocean Reconnaissance Satellite*). Ses observations sont comparées avec celles de *Cosmos 1932*, également un RORSAT, lancé le 14 mars, et de deux autres satellites capables de suivre et d'identifier les navires en interceptant leurs transmissions (des EORSATS dans le jargon des spécialistes), les *Cosmos 1834* et *1890*, respectivement lancés le 8 avril et le 10 octobre 1987.

La comparaison des mesures des EORSAT qui passent une dizaine de minutes avant les RORSAT au-dessus des mêmes objectifs permet de voir avec une précision d'environ 2 km la vitesse et la direction du déplacement des navires et d'en obtenir une image radar montrant des détails de 20 à 30 mètres, dans un champ de vision large de 400 à 500 km.

Les renseignements collectés par les RORSAT sont transmis en temps réel à des bombardiers soviétiques Backfire et à des navires armés de missiles SS-11, qui, en temps de guerre, disposeraient ainsi d'une avance précieuse. Ils ont donc une importance stratégique considérable. De plus, *Cosmos 1900*, celui qui nous intéresse ici, présente la particularité d'être le premier à utiliser une orbite "améliorée", inclinée à 65° comme celle de ses prédécesseurs, mais un peu plus haute que ces dernières : 287 km d'apogée pour 263 km de périégée au lieu des 270 et 250 km habituels. Il y gagne un champ de vision plus grand et pénétrant mieux les hautes latitudes, ainsi que de meilleurs angles de transmission des signaux.



Par ailleurs, pour la première fois, le satellite précède les EORSAT au lieu de les suivre.

Les RORSAT doivent voler à la limite de la haute atmosphère. Depuis des orbites plus hautes, la résolution du radar serait insuffisante ; une mer modérément agitée — de force 6 ou 7 — ou le fouillis d'une zone côtière produisent assez de bruit de fond pour dissimuler les navires occidentaux à leur radar.

Evoluant sur une orbite plutôt basse à la vitesse de 8 km/s, le satellite est constamment freiné par l'atmosphère résiduelle de la Terre, ce qui a pour effet d'en abaisser la trajectoire. Ils doivent donc manœuvrer continuellement pour que la friction atmosphérique ne les fasse pas "décrocher" prématurément. Cela se fait habituellement en télécommandant périodiquement depuis la Terre le fonctionnement de petits moteurs fusée (probablement des moteurs ioniques) dont l'impulsion a pour effet de rehausser l'orbite. C'est ainsi que pendant les premiers 122 jours de sa mission *Cosmos 1900* a apparemment bien fonctionné en maintenant son altitude à 1 km près.

A partir du 13 avril, pour une raison connue des seuls contrôleurs soviétiques, la télémétrie se met à ne plus fonctionner. Ne pouvant plus recevoir d'ordres, il ne peut plus maintenir son orbite. C'est effectivement ce qui se passe. Le 8 août, *Cosmos 1900* a effectivement perdu environ 40 km, et les spécialistes du NORAD (le réseau d'alerte et d'observation spatiale américain) et du CNES prévoient sa chute dans l'atmosphère pour la période du 1<sup>er</sup> septembre au 31 octobre.

Il est difficile d'en prévoir la date avec précision parce que nous sommes en période d'activité solaire croissante : la haute atmosphère est excitée par des bouffées de protons solaires. Comme une houle imprévisible, elle freine le satellite de façon tout à fait aléatoire. En fait, on ne saura prévoir avec exactitude la date et la localisation de la rentrée que quelques jours avant.

Si *Cosmos 1900* n'était pas doté d'un générateur nucléaire l'affaire serait de peu d'importance. Il subirait le sort de multiples satellites. Dans le cas présent, on risque une pollution radioactive de l'atmosphère, ou du site de retombée si des morceaux du réacteur parviennent jusqu'au sol.

Pourquoi *Cosmos 1900* est-il doté de réacteurs nucléaires ? Les moteurs ioniques, et surtout le radar d'une puissance de 3 à 5 kW, consomment trop d'énergie pour utiliser des panneaux solaires, qui présenteraient en plus l'inconvénient d'agir comme de véritables aérofreins, augmentant la traînée du satellite et réduisant sa durée de vie.

Dès 1967, la solution retenue par les Soviétiques est un petit réacteur nucléaire compact délivrant 5 à 20 kW<sub>e</sub>, dérivé des Romachka (Marguerites) de l'Institut Kourchatov. La conception est rudimen-

taire : le cœur, mesurant 25 × 30 cm, contient 49 kg d'uranium 235 enrichi à 99 %. La chaleur produite est transformée en électricité par des diodes thermo-ioniques.

Davantage que la mesure de leurs orbites, c'est la présence du réacteur nucléaire qui permet au NORAD de reconnaître à coup sûr les RORSAT. En effectuant des manœuvres d'assiette, un satellite oscille toujours légèrement, ce qui fait varier l'éclairement de ses panneaux solaires s'il en a, et donc sa consommation électrique. Il en résulte un "ronflement" significatif des signaux radio captés par les Américains. Avec un générateur nucléaire, point de ronflement. Par ailleurs, le rayonnement infrarouge assez intense produit par les radiateurs qui dissipent la chaleur du réacteur est probablement aussi détectable depuis le sol avec les moyens du NORAD.

Ce réacteur nucléaire est visiblement le point faible des RORSAT. Son système de contrôle est à lui seul un casse-tête. Il est constitué de tambours rotatifs, disposés autour du cœur, dont une face est recouverte de réflecteurs de neutrons en béryllium (qui renvoient vers le cœur les neutrons qui s'en échappent, augmentant donc le nombre des fissions et stimulant le réacteur), et l'autre d'absorbants en bore (qui absorbent les neutrons, faisant ralentir le réacteur). C'est en faisant pivoter ces tambours et en dosant les absorbants et les réflecteurs qu'est piloté le réacteur. Le circuit de refroidissement, utilisant du potassium et du sodium fondus, sert à maintenir le collecteur d'électrons à une température raisonnable, de l'ordre de 500° C. Ce contrôle est délicat : les Romachka sont des réacteurs à très haute température (un prototype exposé en 1964 fonctionnait à 1 900° C). Les servomécanismes des fameux tambours sont donc mis à rude épreuve, de même que les gaines en zirconium contenant le combustible nucléaire. Ces conditions rendent le pilotage des réacteurs nucléaires spatiaux très difficile. Selon Curtis Peebles, spécialiste britannique de l'espace soviétique, ce type de réacteur est intrinsèquement instable. Sa réactivité tend à augmenter avec sa température, jusqu'à ce que le cœur fonde et devienne incontrôlable.

Il existe d'autres risques. Selon une évaluation du Département américain de l'énergie portant sur le système similaire, envisagé pour le projet SP-100 destiné à la "Guerre des étoiles", les produits de fission gazeux résiduels des réactions nucléaires peuvent provoquer l'éclatement des gaines de combustible, entraînant la fusion du cœur. Ce phénomène est connu et maîtrisé sur Terre, où les gaines subissent couramment des pressions de 100 atmosphères, mais, outre que les impératifs de masse sont beaucoup plus stricts dans l'espace, la température de fonctionnement des Romachka n'arrange sans doute rien, et la pression du circuit primaire qui

s'applique sur les gaines des centrales terrestres, n'existe pas.

Enfin, les diodes thermo-ioniques, que les Soviétiques sont les seuls à utiliser dans l'espace, posent de nombreux problèmes. D'un meilleur rendement que les thermocouples employés par les Américains, elles sont par contre beaucoup moins fiables, et leur durée de vie assez courte détermine probablement en grande partie celle du satellite. C'est pour cette raison que le CNES et le CEA en France ont écarté les diodes de ce type pour leur projet de réacteur spatial Erato, prévu pour fonctionner pendant dix ans. De plus, pour être toutes à la même température, les diodes doivent rester parfaitement centrées autour du réacteur, faute de quoi des surcourants apparaîtront au niveau des plus chaudes, qui n'y résisteront pas et entraîneront une chute du rendement du réacteur. Sous l'effet de la chaleur, du rayonnement et peut-être des gaz de fission, certaines structures peuvent également se déformer, entraînant un désalignement des diodes.

Résultat, les RORSAT ne sont pas fiables. « On a l'impression d'un système conçu un peu à la limite des possibilités », dit un expert français à propos du réacteur. Plus de la moitié ont une durée de vie

inférieure à la moyenne de la série.

L'autre grand inconvénient du réacteur spatial est que, pour protéger l'électronique du satellite des rayonnements qu'il émet, il faut interposer entre eux un écran très lourd constitué de 500 kg d'hydru-re de lithium. Ainsi conçu, le générateur nucléaire du RORSAT occupe un volume de 6 à 7,5 m par 2,5 m de diamètre, pour une masse de 2 à 3 tonnes. Lorsque de telles masses traversent l'atmosphère lors de la rentrée du satellite, elles ne s'y désintègrent pas complètement. Des débris radioactifs risquent de retomber au sol. Même si la probabilité pour que cela se produise dans une région habitée est très faible (les océans couvrant 75 % du globe et les zones densément peuplées ou urbanisées moins de 0,1 %), c'est encore assez pour susciter divers incidents diplomatiques, et exposer le programme ultra-sensible des RORSAT à une attention soutenue.

Pour éviter ces désagréments, ces satellites ont été pourvus d'un dispositif de sécurité : à la fin de leur vie, ils éjectent le compartiment contenant le réacteur nucléaire, qu'un moteur propulse vers une orbite de 800 à 1 000 km d'altitude, où l'atmosphère ne risque pas de venir les déranger. Les perturbations gravitationnelles de la Terre et de la Lune ne

**Le port militaire de San Diego, en Californie, tel que le verrait Cosmos 1900, avec des détails de 20 mètres. L'image, qui montre parfaitement les navires, est en fait prise par avion-radar américain, mais elle illustre les capacités d'espionnage du satellite russe.**



les en feront descendre qu'après plus de 600 ans, lorsque la radioactivité du cœur sera devenue inoffensive. Ce système fonctionna correctement pendant 9 ans, jusqu'en janvier 1978. Cette année-là, *Cosmos 954*, seizième RORSAT de la série, apparemment endommagé par une collision avec une météorite, ne peut actionner l'injection du réacteur sur orbite haute, et rentre entier dans l'atmosphère, dispersant des débris au-dessus du grand Nord canadien. L'un d'entre eux émettait quand même une dose de rayonnement gamma de 500 roëtgens/heure, mortel au toucher en très peu de temps.

Les recherches déclenchées par le Canada et les Etats-Unis sur 50 000 km<sup>2</sup> coûtèrent plus de 16 millions de dollars. Les débris furent bien sûr analysés en détail, et l'essentiel des résultats semble avoir été classé secret. C'est à cette occasion, par exemple, que la masse et la composition du bouclier en hydrure de lithium furent connues, d'après l'ampleur des réactions chimiques qu'il produisit au contact de la neige. Les Soviétiques ont certainement perdu d'autres secrets à cette occasion.

On ne devait plus revoir de RORSAT avant 1980. Dans l'intervalle, ces satellites avaient changé de réacteur. Ils utilisent depuis lors le système Topaz, dont la conception reprend celle du Romachka en l'améliorant. Les diodes thermo-ioniques sont en molybdène (celles de la génération précédente étaient en germanium dopé au silicium) et possèdent apparemment un rendement supérieur: le Topaz produit 5 à 10 kW électriques à partir de 85 kW thermiques, soit un rendement de 12 %, contre 5 à 20 % pour les Romachka (et 5 à 10 % pour les générateurs nucléaires des sondes spatiales américaines). Le taux d'enrichissement de l'uranium utilisé comme combustible est de 93 %, contre 99 % pour les Romachka, ce qui suggère que le rendement a bien été amélioré au niveau des diodes. La température de fonctionnement continue de rester très élevée (1 500° C). Globalement, la durée de vie moyenne des RORSAT s'est allongée: de 39 jours pour les seize premiers, jusqu'à *Cosmos 954*, à 66 jours pour les dix-sept suivants. L'architecture elle-même des satellites a été largement remaniée.

Un second mécanisme de sécurité a été mis en place. Si l'éjection du réacteur à 1 000 km ne fonctionne pas, il se sépare du reste du satellite, éjecte son combustible nucléaire, et tous deux rentrent séparément dans l'atmosphère, le combustible se volatilise entièrement sans la protection du réacteur. C'est ce qui se produit lors du second incident connu, à la rentrée de *Cosmos 1402* en 1983. La désintégration du réacteur, au sud de l'île de l'Ascension, n'a même pas été observée avec certitude; un excès de 44 kg d'uranium 235 aurait été mesuré en 1986 dans l'inventaire atmosphérique, mais ces mesures restent controversées.

Selon les observations du NORAD, *Cosmos 1900*

n'est pas entouré de débris, comme ce serait le cas si une météorite l'avait heurté. Sa position en orbite reste stable. Le 2 août dernier, l'URSS a informé l'Agence internationale de l'énergie atomique que le satellite était en mesure de poursuivre son vol orienté jusqu'en septembre ou octobre, tout en descendant progressivement jusqu'à une altitude de 120 km. Avant qu'il n'atteigne cette altitude, le système de séparation automatique du réacteur nucléaire sera déclenché pour dissocier le corps du satellite du réacteur, qui sera porté à l'altitude de 800 km. Ces informations encore très vagues, mais qui restent un progrès par rapport au mutisme observé en 1978 et en 1983, complètent celles données aux Nations unies, le 22 juin dernier, précisant que seule la télémétrie était en panne, et que les systèmes de sécurité peuvent se déclencher automatiquement, sans doute alertés par des capteurs de température à la surface du satellite, ou des capteurs de pression atmosphérique.

Autrement dit, rien n'empêcherait le réacteur nucléaire de partir en retraite à 1 000 km. Pourtant, le 9 juin, à Paris, Roald Sagdeev, l'un des principaux responsables du programme spatial soviétique, annonçait le contraire: *Cosmos 1900* rentrerait dans l'atmosphère avec son réacteur, mais la contamination serait infime. Cela signifie peut-être que seule la deuxième sauvegarde, introduite après *Cosmos 954*, fonctionnera (fin septembre, on attendait encore)? Il faudrait alors que le réacteur nucléaire puisse aussi s'arrêter automatiquement, ce qui devrait logiquement avoir été prévu. A moins que le Topaz puisse être séparé du reste du satellite, et notamment des divers blindages anti-radiations qui l'entourent.

La trajectoire du satellite traversant périodiquement la France, le Premier ministre a chargé le Comité interministériel de sécurité nucléaire d'évaluer les risques de retombée. Selon ses experts, qui rappellent que, lorsque *Cosmos 954* était retombé d'un seul bloc, avec tout son blindage, 10 % seulement de la masse du réacteur avait survécu. *Cos-*

**En cas de chute de Cosmos 1900 sur le territoire français, et donc de pollution radioactive, des camionnettes médicales, équipées de sondes thoraciques et thyroïdiennes, iront contrôler les populations.**



mos 1900 renfermerait environ 20 000 curies de produits de fission, beaucoup plus radioactifs que l'uranium 235, et 10 à 100 fois plus de radioéléments sous forme d'acier irradié. Les débris susceptibles de retomber en France ne seront que de la poussière, au pire des gouttes de combustible fondu, collées sur des morceaux de la structure, d'une activité d'une dizaine de curies. Au total, les retombées ne devraient pas dépasser sur une surface très réduite 400 à 500 becquerels par mètre carré, soit l'équivalent des retombées de Tchernobyl en France. L'atmosphère serait donc un filtre efficace. Contrairement à ce que l'on a pu croire au mois de juillet, lorsque le secrétariat d'Etat aux Risques naturels et technologiques majeurs a évoqué un vaste dispositif (Armée, SCPRI) comprenant des dizaines d'hélicoptères équipés de détecteurs, *Cosmos 1900* n'a encore rien coûté : tous ces moyens existent déjà et sont déjà en place. Le dispositif a été établi en 1983, au moment de la chute de *Cosmos 1402* ! A l'époque, la facture avait été d'un million de francs, et les satellites étaient apparemment la seule retombée radioactive pour laquelle on n'avait jamais envisagé d'équiper les hélicoptères de la Protection civile.

Au moment où une nouvelle génération de RORSAT sort d'usine, les Soviétiques vont-ils continuer à fabriquer des satellites nucléaires ?

En avril dernier Roald Sagdeev a critiqué l'utilisation du nucléaire dans l'espace. D'abord parce qu'il s'agit d'un volet important de la Guerre des étoiles et surtout en raison des échecs soviétiques dont il a évalué le taux à 10 ou 20 %. Selon lui, des panneaux solaires de 10 ou 20 m<sup>2</sup> pourraient les remplacer avantageusement. Cela suppose des cellules photovoltaïques d'un rendement supérieur à celui des panneaux de la station Mir, les meilleurs dont les performances soient connues en URSS.

Le problème du freinage atmosphérique a peut-être été résolu avec les *Cosmos 1818* et *1867*, lancés en 1987 comme les RORSAT sur une orbite

inclinée à 65°, mais beaucoup plus haute, à 800 km. Ces satellites sont peut-être une nouvelle génération de RORSAT, les modèles actuels sur orbite basse étant condamnés. La basse altitude des RORSAT a toujours gêné les Soviétiques. Non seulement elle leur impose une durée de vie limitée, mais surtout elle met ces satellites à portée directe des missiles américains anti-satellites ASAT (pour l'instant interdits par le Congrès) dont la portée est de 700 km. Avec leurs radiateurs évacuant la chaleur du générateur nucléaire et irradiant des infrarouges, les RORSAT constituent des cibles faciles.

A moins que les deux *Cosmos* précités soient ces nouveaux satellites de surveillance océanique évoqués au début de l'année par le chef des renseignements de l'US Navy devant le Congrès, et qu'il situait « au stade des essais de prototypes et de composants », ce qui indiquerait des progrès substantiels du radar. Ou bien s'agit-il du système révolutionnaire de détection depuis l'espace des missiles de croisière à bord des sous-marins, révélé par les Soviétiques à leurs interlocuteurs du sommet de Washington en décembre 1987 ? Le mystère reste pour l'instant entier.

**Stéphane Chenard**



**Il en tombe tous les jours !** Plus de 7 000 objets plus gros qu'une balle de ping-pong tournent autour de la Terre (points rouges) : satellites, coiffes de fusées et débris divers sont les principaux éléments de ce bric-à-brac céleste. Des morceaux parviennent parfois jusqu'au sol.