

L'ESPACE, QUELS DANGERS POUR LA TERRE ?

Scénarios catastrophes : une fusée explose peu après son décollage et retombe sur une ville, un satellite menace de ses retombées radioactives toute une région, des étages de fusées usagés contaminent l'eau et les sols... Dans l'aventure spatiale, ces risques existent. Ils sont pris en compte, mais pas toujours.

Benoît Rey





À ce jour, Lottie Williams est la seule personne à avoir été touchée par un débris spatial.

IMAGE PRINCIPALE
Les échecs au décollage (ici, une fusée Titan, en 1986) : voici la plus grande menace de l'activité spatiale pour les populations.

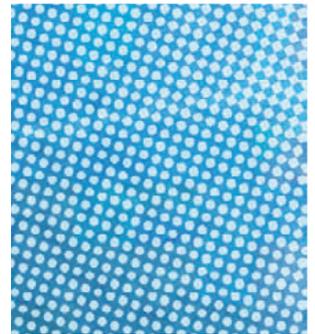
CE 22 janvier 1997, Lottie Williams promène paisiblement son chien dans les rues de Tulsa, dans l'Oklahoma, quand soudain quelque chose lui effleure l'épaule. C'est un morceau de métal calciné. Intriguée, elle contacte le centre spatial Johnson, dans l'État voisin du Texas, qui finit par lui confirmer ses soupçons : il s'agit d'un débris du deuxième étage d'une fusée américaine Delta 2, dont d'autres fragments avaient été retrouvés auparavant.

Explication : lors de la mise sur orbite d'un satellite, les étages (deux ou trois) qui composent une Delta 2 sont largués successivement, une fois vidés de leur carburant. Mais certains sont alors déjà dans l'espace, qui commence à 100 km de Terre. Leur vitesse suffit pour qu'ils restent sur orbite pendant quelques jours, voire quelques années avant de retomber, freinés par l'atmosphère ténue qui règne à quelques centaines de kilomètres d'altitude. Soumis à un échauffement très important, la plupart brûlent dans l'atmosphère. Mais pas toujours intégralement. "Certains matériaux comme l'aluminium disparaissent à coup sûr, explique Fernand Alby, responsable des activités Débris spatiaux du Cnes ⁽¹⁾. D'autres ont cependant une température de fusion si élevée qu'ils résistent à la rentrée atmosphérique. C'est notamment le cas du titane et de l'acier."

Le phénomène concerne tout objet à moins de 1 400 km du sol, dont les satellites sur orbite basse. À la fin de leur mission, ceux-ci sont abandonnés en l'état et deviennent des débris spatiaux. À court de carburant pour maintenir leur altitude, ils chutent ! Ce fut le cas du satellite américain UARS et de l'allemand Rosat à l'automne 2011.

Bolides en nombre

"Au final, 40 objets de fabrication humaine de plus de 1 tonne pénètrent l'atmosphère chaque année, estime William Ailor, du Centre d'étude des débris spatiaux de l'Aerospace Corporation américaine. Ils se fragmentent en une multitude de débris, et 10 à 40 % de toute cette masse survit jusqu'à la surface de la planète." La plupart tombent dans la mer. Mais pas toujours. Voilà pourquoi on a craint le retour d'UARS et de Rosat : avant leur chute dans l'océan, ils avaient respectivement une chance sur 3 200 et une sur 2 000 de faire une victime au sol. À ce jour, Lottie Williams reste la seule personne officiellement heurtée par un débris spatial !



ALERTES SPATIALES

1964 Le satellite américain Transit 5bn-3 se fragmente et tombe dans l'océan Indien, non loin de Madagascar. La quantité totale de plutonium dans l'atmosphère de la Terre aurait alors augmenté de 4 %.

1970 Le module lunaire d'Apollo 13 s'abîme dans le Pacifique Sud et n'est pas retrouvé. Une bonne nouvelle pour les spécialistes : ils y voient la preuve qu'aucune fuite ne répand du plutonium dans l'eau.

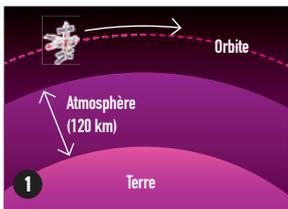
1978 Le réacteur de Cosmos 954 tombe sur le sol canadien, enclenchant une vaste opération de récupération des débris radioactifs.

2000 Le satellite Compton Gamma Ray Observatory fait couvrir un risque sur 1 000 aux populations. Sa mission est arrêtée prématurément par une rentrée contrôlée.

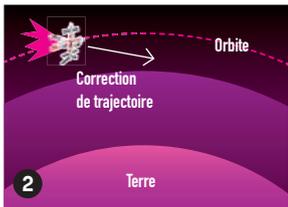




LES ÉTAPES D'UN DÉSORBITAGE



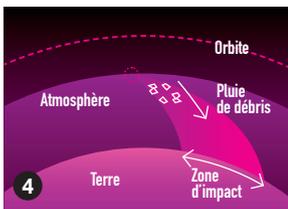
Les satellites sont munis de moteurs pour maintenir leur altitude et orienter leurs panneaux solaires.



Après les calculs nécessaires, on crée une impulsion afin de rabattre l'engin vers la Terre.



L'arrivée dans l'atmosphère ralentit considérablement le satellite, ce qui le précipite vers le sol.



Il se fragmente alors et se répand sur une étroite bande de plusieurs milliers de kilomètres de long !



© ESA/C&E Photos

© Nasa

Certains matériaux résistent aux frottements de l'atmosphère lors de la rentrée. Ici, le deuxième étage en acier d'une fusée Delta 2, qui a atterri au Texas en janvier 1997.

Le retour du cargo européen Jules Verne, en 2008. La zone de retombée choisie pour les vaisseaux spatiaux se situe en général dans l'océan Pacifique.

Les États ont adopté des mesures pour la maîtriser. Par exemple, les lancements ne doivent désormais engendrer qu'un seul débris spatial par charge utile satellisée. Malgré cela, on s'attend à une augmentation prochaine des rentrées de satellites en perte. La raison ? Essentiellement l'augmentation de l'activité solaire, qui atteindra cette année le point culminant de son cycle de 11 ans : en dilatant les plus hautes couches de l'atmosphère, elle augmente les frottements et accélère les retombées.

“Or il est difficile de prévoir l'endroit précis de la retombée, déplore Fernand Alby. D'une part, les couches comprises entre 160 et 180 km d'altitude sont mal connues, faute de mesures sur place. D'autre part, un objet livré à lui-même tournoie d'une manière très complexe à modéliser. Comme les frottements dépendent de la surface de l'objet, on ne sait anticiper sa trajectoire que très grossièrement. Deux heures avant le moment fatidique, la zone d'impact estimée est large de 30 km, et longue de 15 000 km !” Même si plusieurs agences spatiales posent des capteurs sur les vaisseaux qui retombent (comme l'ATV européen ou l'HTV japonais) afin de comprendre leur comportement lors de leur chute, la prévision demeure très aléatoire.

Quand c'est possible, les agences spatiales tentent de contrôler les rentrées en utilisant le peu de carburant qui reste à bord pour précipiter l'engin dans l'océan. Une note internationale est alors émise pour les navigateurs afin de leur indiquer la zone à éviter. Idem pour les avions. Mais même ces

manœuvres ne sont pas sûres à 100 %. En 1991, des débris de la station soviétique Saliout 7, censée s'abîmer dans l'Atlantique, avaient plu sur la ville argentine de Capitán Bermúdez, à 400 km de Buenos Aires. Et puis... elles sont coûteuses.

Comment redescendra Hubble ?

“Pour ces raisons, les rentrées contrôlées ne sont à effectuer qu'en cas d'absolue nécessité, affirme Russel Patera, de l'Aerospace Corporation. Il est donc crucial d'estimer au plus juste le risque de dommage humain en cas de rentrée non contrôlée.” Ce dernier point était au cœur du colloque international de sécurité spatiale, qui s'est tenu en octobre 2011, à Versailles. Chaque pays y présentait ses recherches concernant la modélisation des fragmentations d'objets et l'estimation du risque.

En attendant, si la probabilité qu'une personne soit blessée dépasse 1 pour 10 000, une opération de désorbitation contrôlée est obligatoire. Malheureusement, plusieurs objets lancés avant la parution de ces règles tournent au-dessus de nos têtes. Par exemple, le télescope Hubble, dont la mission se termine en 2014, et qui retombera sur Terre en 2020. Ou Envisat, un satellite européen d'observation de la Terre, actif jusque fin 2013. Posté à 770 km d'altitude, il errera encore 150 ans dans l'espace. Mais il risque de percuter un autre satellite et de se fragmenter. Ou encore la station spatiale internationale et ses 400 tonnes qui, en l'état, représenteraient un risque de... 1 sur 50 !

Déjà 24 heures que les avions de l'armée canadienne sillonnent le nord du pays. Au sol, des hommes en combinaison jaune antiradiations se tiennent prêts. Nous sommes le 25 janvier 1978. La veille, un satellite soviétique s'est disloqué au-dessus du Canada. L'origine d'un tel déploiement : l'uranium 235 qui alimentait le satellite a laissé des traces de radioactivité sur la glace du Grand lac des Esclaves. L'opération *Morning Light* est déclenchée. Des mois durant, les équipes au sol iront récupérer un à un les débris radioactifs : au total 65 kg éparpillés sur une zone de plus de 100 000 km² !

Retombées radioactives

Le nucléaire spatial représente un danger certes inférieur au nucléaire militaire ou énergétique. Mais il existe. L'alimentation des sondes ou des satellites en énergie nucléaire est indispensable à certaines missions. Ainsi, au-delà de Jupiter, les panneaux solaires sont inutilisables. À la surface de Mars, sur le dos des rovers, ils sont à la merci des tempêtes de sable. Sur la Lune, la nuit dure deux semaines : exploiter l'énergie solaire sous-entend l'utilisation complémentaire de puissantes batteries, très encombrantes lors du lancement. Enfin, les satellites sur orbite basse sont fortement ralentis par les frottements de l'atmosphère lorsqu'ils sont équipés de panneaux solaires (qui en faisaient aussi des cibles trop évidentes pendant la guerre froide). Au final, entre 1965 et 1988, les Soviétiques ont exploité l'uranium 235 (d'une demi-vie de 704 millions d'années) pour alimenter leurs 31 satellites Rorsat, chargés de surveil-

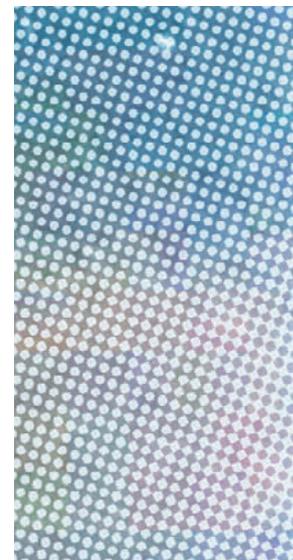
ler la flotte américaine. Quant aux Américains, depuis 1961, ils ont alimenté plus de 25 missions par des générateurs thermoélectriques à radioisotope (RTG) au plutonium 238 (d'une demi-vie de 86 ans), parmi lesquelles les plus célèbres de toutes : Apollo, Pioneer, Voyager, Cassini, New Horizons, et tout récemment, Mars Science Laboratory, lancée le 26 novembre 2011, avec à son bord 4,8 kg d'oxyde de plutonium. Aucun risque d'emballement à bord : sous forme solide, le combustible ne peut pas fuiter dans l'environnement. Le danger réside dans les accidents au lancement ou lors de la rentrée dans l'atmosphère, phases durant lesquelles des molécules radioactives peuvent être disséminées. D'où des risques de cancers.

Après l'accident de la navette Challenger, en 1986, les populations ont pris conscience du côté sombre de l'exploration spatiale. Lors du lancement de la sonde Galileo vers Jupiter par la navette Atlantis en 1989, des manifestations visaient l'annulation de la mission. En vain. Un an plus tard, la sonde Ulysse décollait dans les mêmes conditions.

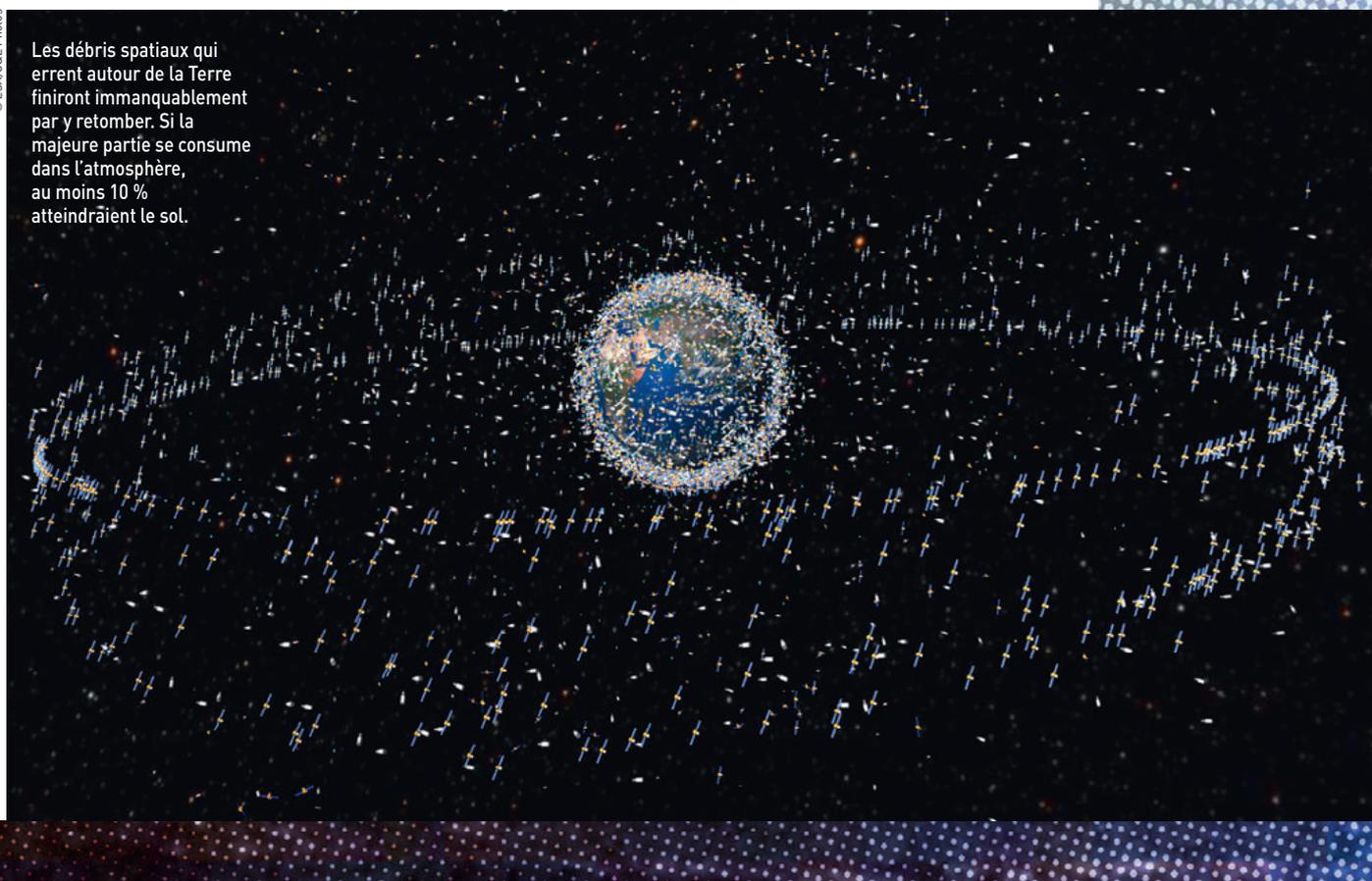
En 1993, la résolution 47/68 de l'ONU fixe enfin les règles d'utilisation du nucléaire spatial : uniquement sur des sondes interplanétaires, sur des satellites envoyés sur des orbites si lointaines que leur chute ne survienne que lorsque le combustible a perdu sa radioactivité, ou sur des satellites sur orbite basse à condition qu'ils soient expédiés sur une orbite haute en fin de vie. Les RTG doivent en outre être conçus de manière à résister à la rentrée dans l'atmosphère, de sorte que la radioactivité puisse être entièrement éliminée par les équipes de récupération au sol.



Certaines sondes russes sont alimentées par une pile nucléaire ! L'échec du lancement peut disperser du combustible sur le sol, comme au Canada en janvier 1978.

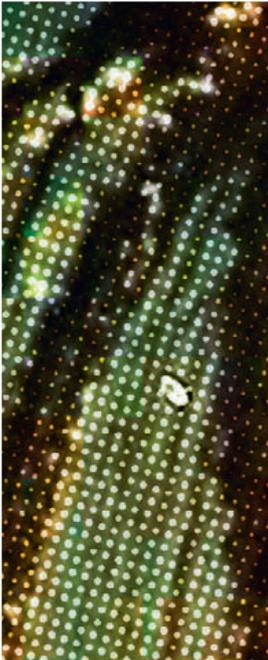


Les débris spatiaux qui errent autour de la Terre finiront inévitablement par y retomber. Si la majeure partie se consume dans l'atmosphère, au moins 10 % atteindraient le sol.





Le 28 avril 2009, le moteur du troisième étage d'un petit lanceur est testé sur la côte de la Sardaigne.



ALLER PLUS LOIN

À CONSULTER SUR LE WEB

Le site du Cnes consacré aux débris spatiaux sur : <http://debris-spatiaux.cnes.fr>

Quatre vidéos consacrées au désorbitage des satellites et aux débris spatiaux sur : <http://goo.gl/OY3Pb>

UN PODCAST

Comment se débarrasser des débris spatiaux, avec Christophe Bonnal, sur : www.cieletespaceraudio.fr/avr.839



Malgré cela, en 1997, un an après le crash de la sonde russe Mars 96, le lancement de Cassini fait face à encore davantage de résistance. La Nasa, responsable de la fabrication des RTG lors de missions internationales, a appris depuis à jouer la carte de la transparence et de la communication. Ainsi, New Horizons en 2006 et MSL en novembre 2011 ont montré une baisse de la mobilisation.

Quoi qu'il en soit, le nucléaire spatial a encore de beaux jours devant lui. Si l'administration Obama s'est vue refuser par le congrès les 30 millions de dollars qu'elle demandait pour relancer l'enrichissement de plutonium 238, la Nasa met au point actuellement le générateur Stirling à radioisotope avancé (ASRG), plus efficace et plus compact. Toujours est-il qu'une sonde, Juno, a décollé depuis la base de cap Canaveral le 5 août 2011, sans RTG à son bord. Depuis, elle vogue vers Jupiter, ses trois panneaux solaires de 9 m de long tournant autour d'elle, comme le feraient les pâles d'une éolienne. Ne vous y fiez pas. "Si Juno n'utilise pas l'énergie nucléaire, c'est simplement parce qu'à l'époque de sa conception, aucun RTG n'était disponible", confie Scott Bolton, directeur de la mission.

Carburants toxiques

C'est l'endroit du globe le plus éloigné des océans : l'Altaï, aux confins des steppes kazakhes, du désert de la Mongolie, et de la taïga sibérienne. Ici retombent de temps à autre des rebuts de fusées lancées de Baïkonour, au Kazakhstan, 1 600 km plus à l'ouest. Les habitants les recyclent, au grand regret de médecins, chimistes et écologistes locaux qui soupçonnent ces débris d'être responsables d'un taux anormalement élevé de cancers, de désordres endocriniens et sanguins, de pathologies du foie et des poumons, d'atteintes à l'épiderme et au système nerveux. En cause : la diméthylhydrazine, un redoutable poison qui sert de carburant non seulement aux fusées Proton, mais aussi aux Soyouz, récemment importées au Centre spatial guyanais, et à certaines Ariane 5.

Au Cnes, on tient à être clair : les situations en Russie et en France sont incomparables. Déjà parce que les lancements depuis Kourou s'effectuent vers l'océan. Les premiers étages tombent au fond de l'Atlan-

tique, à 400 km des côtes. Et puis, contrairement aux Proton, seuls les étages supérieurs carburent à l'hydrazine, une fois arrivés dans l'espace. "Avant leur rentrée dans l'atmosphère, une procédure consiste à les 'passiver', c'est-à-dire à ouvrir les réservoirs pour que l'hydrazine se disperse dans l'espace. Le peu qui reste est brûlé lors de la rentrée dans l'atmosphère", estime Alex Agapit, responsable de la sécurité, de la protection et de l'environnement au Cnes.

En Guyane, plusieurs accidents ont eu lieu ces dernières décennies. Mais Alex Agapit est catégorique : la plupart ont eu lieu à plus de 100 km de la côte. Au cas où ils surviendraient dès le décollage et que le nuage toxique résulterait survolerait les villes environnantes de Kourou et de Sinnamary, un plan de secours est prévu pour les populations. Une plaquette distribuée en 10 000 exemplaires leur recommande de s'enfermer dans la pièce la plus étanche possible, de respirer à travers un linge humide et d'attendre la fin de l'alerte annoncée à la radio. Pour l'heure, ce scénario a eu lieu deux fois selon le Cnes : en 1990, quand une fusée Ariane 4 est tombée sur le rivage, et en 1996, lors du tout premier vol d'Ariane 5, qui s'est crashée à seulement 3 km du pas de tir.

En temps normal, le décollage lui-même émet un épais nuage chargé en acide chlorhydrique, produit de combustion du butalane dont sont chargés les boosters d'Ariane. Le Cnes réalise donc des études sur la nature environnante, consistant à des analyses chimiques, mais aussi à l'observation de la faune aquatique, des populations d'oiseaux, etc., à l'intérieur du périmètre du centre guyanais. Les résultats, qui ne sont pas encore tous connus, tendent à révéler d'impact écologique qu'à moins de 1 km autour du pas de tir. Ce qui n'empêche pas des associations écologistes locales de rester vigilantes sur les activités du centre, tout en précisant qu'il est un souci mineur en comparaison de l'orpillage ou du pétrole offshore. "Nous regrettons l'absence d'une étude épidémiologique sur les travailleurs du centre, explique notamment Christian Roudgé, de Guyane Nature Environnement. Il faudrait aussi clarifier l'origine de la pollution de la crique Karouabo, dans l'enceinte de la base spatiale. Nous souhaiterions avoir la garantie que certains espaces naturels seront préservés, et que le taux autorisé de rejet d'hydrazine dans les eaux usées du CSG soit revu à la baisse par la préfecture."

En attendant, un peu partout dans le monde, des laboratoires travaillent à la recherche de nouveaux carburants, aux vapeurs de combustion moins nocives... Plusieurs années seront nécessaires. Mais alors, peut-être, le secteur spatial sera enfin propre. ●

(1) Cnes : Centre national d'études spatiales.

