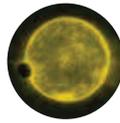


sciences

SUR
LE WEB



ET, Y ES-TU ?
LHS 1140b met en émoi les astronomes : une nouvelle exoplanète considérée comme la plus propice à l'apparition de la vie.
<http://bit.ly/2plx2Qv>



MOTEUR DE RECHERCHE... DES MALADIES
Verily, la filiale santé de Google, ambitionne de détecter les signes avant-coureurs des maladies.
<http://bit.ly/2pL4W03>

Qui repousse les galaxies ?

LA
CHRONIQUE
de Marc
Lachièze-Rey



La gravitation universelle, dont Newton a introduit l'idée dans la physique, est responsable aussi bien de la pesanteur terrestre que des orbites astronomiques. Le rêve d'y échapper ne date pas d'hier. La navigation spatiale offre aujourd'hui quelques miettes d'apesanteur, mais à quelques privilèges seulement. On peut encore rêver d'une antigravité, qui compenserait les effets de la pesanteur, et de la gravité en général. Une antigravité répulsive pour contrer la gravité attractive ! En 1917, Einstein avait émis l'hypothèse d'une constante cosmologique : une composante répulsive de la gravité se manifestant uniquement aux très grandes échelles de l'univers et entraînant une accélération de l'expansion cosmique. Exactement ce que l'on observe aujourd'hui ! Mais l'effet ne se manifeste qu'au-delà du milliard d'années-lumière ! Certains préfèrent imaginer que ce serait le vide lui-même (ou un « état quantique » très particulier) qui exercerait cette influence gravitationnelle répulsive. Ils appellent cela « énergie sombre », mais l'idée reste difficile à réconcilier avec nos lois physiques. Quoi qu'il en soit, pas de manifestation à nos échelles.

D'autres physiciens ont suggéré que l'antimatière (dont l'existence est avérée) pourrait exercer une influence gravitationnelle répulsive. Des expériences en cours devraient nous livrer quelques indices ; mais notre environnement contient extrêmement peu d'antimatière, et les échelles impliquées (de la physique des particules) sont microscopiques : rien de très spectaculaire à attendre non plus de ce côté-là. Cependant, quelques astronomes ont récemment évoqué l'existence d'un « Grand Repousseur cosmique » qui repousserait les galaxies voisines, dont la nôtre. On connaît depuis quelques décennies le Grand Attracteur qui attire gravitationnellement les galaxies environnantes, mais un « Repousseur » ? De l'antigravité à l'échelle cosmique ? La réponse semble beaucoup plus simple : une zone vide de galaxies ; non pas une répulsion, mais un défaut d'attraction à l'effet similaire !

Marc Lachièze-Rey, directeur de recherche au CNRS, est astrophysicien.



LA PUBLICATION

Alerte sur l'érosion des fonds marins dans les zones de récifs

Les quelque 200 millions de personnes vivant dans le monde dans des zones côtières protégées par des récifs coralliens risquent de subir les effets dramatiques du réchauffement climatique plus tôt et plus fortement que ce que l'on pensait jusqu'ici. C'est du moins ce que suggère une étude menée par des chercheurs de l'Institut américain d'études géologiques (USGS) et parue dans la revue européenne « Biogéosciences ». Outre leur importance majeure pour la préservation de la biodiversité, puisqu'ils concentrent 30 % des espèces animales et végétales marines sur 0,2 % de la surface des océans, les récifs coralliens jouent le rôle de barrière naturelle contre les vagues, les tempêtes et l'érosion des côtes. Mais les géologues américains, qui ont étudié sur une longue période cinq récifs dans les océans Atlantique et Pacifique et dans la mer des Caraïbes (deux au large de la Floride, un au large de l'île hawaïenne de Maui et deux autour des îles Vierges), ont montré que le fond marin dans ces régions s'était érodé en moyenne de 0,09 m à 0,8 m, soit bien plus que prévu. « D'ici à 2100, [cette érosion] pourrait entraîner une augmentation de la profondeur des eaux de 4 à huit fois plus importante que ce qui est prévu du seul fait de la hausse du niveau de la mer », indique l'étude. ■

AÉROSPATIAL // Les experts, réunis la semaine dernière, ont étudié les voies et moyens de nettoyer la proche banlieue de la Terre de la myriade de débris de satellites et de fusées qui l'encombrent.

Débris spatiaux : la menace invisible

Yann Verdo
[@verdo Yann](https://twitter.com/verdo Yann)

La question du développement durable ne se pose pas seulement sur la Terre. Elle constitue aussi un enjeu de première importance au-dessus de la fine couche d'atmosphère qui nous sépare de l'espace. Avec 5 250 missions spatiales réalisées à ce jour depuis le lancement par les Soviétiques de Spoutnik 1 en 1957, les environs immédiats de la « Planète bleue » – sa proche banlieue – sont devenus une vaste décharge. Quelque 750 000 débris d'engins spatiaux supérieurs à 1 centimètre gravitent actuellement autour de la Terre à la vitesse moyenne de 40 000 km/h, assez vite pour conférer au moindre d'entre eux une énergie cinétique équivalente à l'explosion d'une grenade à main.

Parmi tous ces petits bouts de ferraille potentiellement destructeurs, près de 19 000 – pour être précis : 18 583 au dernier relevé du compteur, en date du 1^{er} mars – sont d'une taille suffisante pour voir leur trajectoire surveillée en permanence par les systèmes de radars au sol. Cinq pays seulement assurent ce suivi, qui prend la forme de catalogues orbitaux actualisés en temps réel et en permanence : les États-Unis, la Russie, la Chine, le Japon et la France. De ces cinq catalogues, seul celui fourni par les Américains (qui ont des radars disséminés sur toute la surface du globe) offre une vue complète de ce qui tourne au-dessus de nos têtes et risque à tout moment d'engendrer un « accident de la circulation » avec un satellite opérationnel. Les États-Unis vont d'ailleurs se doter, dès cette année, de radars encore plus puissants, capables de suivre des débris plus petits.

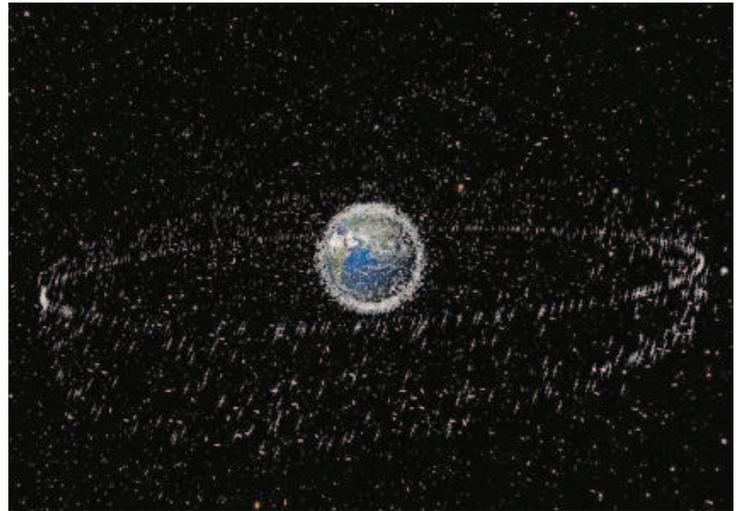
Tel est, à grands traits, le constat qui a été tracé par les experts lors de la 7^e édition de la Conférence européenne sur les débris spatiaux qui s'est tenue la semaine dernière au centre des opérations de l'Agence spatiale européenne à Darmstadt, en Allemagne. Longtemps peu sensibilisés au problème, les puissances spatiales le sont à présent bien davantage. Et cherchent la bonne réponse... si tant est qu'elle existe. « Le problème des débris spatiaux ne peut pas être résolu à court terme, seulement atténué à long terme », convient Jean-Marc Astorg, directeur des lanceurs au CNES.

Guide des bonnes pratiques

Surveiller les débris comme le lait sur le feu à l'aide des instruments au sol est nécessaire, mais évidemment pas suffisant. Ces dernières années, la communauté du spatial s'est progressivement dotée d'une réglementation internationale, malheureusement non contraignante, car l'ONU n'a pas le pouvoir d'imposer des sanctions en la matière. Ce guide des bonnes pratiques invite notamment agences spatiales et industriels à concevoir les satellites et les étages supérieurs des fusées qui les mettent en orbite de telle sorte qu'ils engendrent le moins de débris possible, par exemple en faisant que la sangle amarrant le satellite à la fusée reste solide de cette dernière lors du décrochage. Mais aussi à privilégier les matériaux présentant, à performances égales, les températures de fusion les plus basses, afin que la plus grande partie de l'engin se volatilise lors de sa rentrée dans l'atmosphère.

Une autre règle impose que, lorsqu'il arrive en fin de mission, l'engin soit totalement vidangé de son carburant (ou débranché s'il s'agit d'une propulsion électrique), pour minimiser les risques d'explosion en cas de collision. Mais la règle la plus importante est celle dite « des 25 ans », qui veut que satellites ou étages de fusées ne restent pas plus longtemps que cette durée en orbite. « Seuls 60 % des objets en orbite respectent cette dernière règle », regrette Jean-Marc Astorg.

La manière la plus efficace et la plus sûre de désorbiter un satellite ou un étage de fusée est de le faire activement retomber dans l'atmosphère (sans attendre que sa décroissance progressive lui fasse peu à peu perdre de l'altitude), ce que les spécialistes appellent la



Les centaines de milliers de débris d'engins spatiaux qui gravitent à très grande vitesse autour de la Terre représentent un risque de collision pour les satellites opérationnels. Des radars au sol suivent les principaux d'entre eux. Photo European Space Agency/REX/Sipa

Les chiffres clefs

● Chaque jour, c'est l'équivalent d'une tonne de débris artificiels qui retombent sur la Terre et se volatilisent dans l'atmosphère.

● Ce chiffre peut paraître impressionnant, mais il est à comparer à celui des météorites, dont les retombées s'élèvent à 100 tonnes par jour.

● Les satellites opérationnels ne représentent pas plus de 5 % de tous les objets, dont la trajectoire est suivie par le Space Surveillance Network américain, placé sous la responsabilité de l'US Air Force.

● Le reste est composé de satellites inactifs et de débris.

● 5 collisions avérées se sont produites jusqu'à présent, les deux plus importantes étant celles qui ont impliqué le satellite chinois Fengyun en 2007 et le satellite Iridium (lire ci-contre). Mais les experts estiment que plusieurs dizaines de collisions se sont produites, engendrant à chaque fois un nuage de débris.

rentrée contrôlée. Tous les engins désorbités de cette façon sont dirigés vers une vaste zone du Pacifique Sud s'étendant entre 185° et 275° méridiens, véritable « cimetière de satellites » dénommé « Spoua » (South Pacific Ocean Unhabited Area). Mais encore trop peu d'appareils bénéficient d'un système de rentrée contrôlée. Pour les derniers étages des fusées Ariane 5, qui ne pouvaient être rallumés, on devait attendre qu'ils retombent naturellement. Il en ira différemment avec

La règle dite « des 25 ans », veut que satellites ou étages de fusées ne restent pas plus longtemps que cette durée en orbite.

Ariane 6, dont les derniers étages pourront faire l'objet d'une retombée active, déclenchée de main d'homme.

Mais surveillance et réglementation ne sont que les deux premiers volets d'un triptyque dont le troisième et dernier, le nettoyage de l'espace par des vaisseaux spécialisés appelés des « chasseurs », n'existe encore pour l'instant que sur le papier. Dès les années 1970 la Nasa avait imaginé le concept d'un remorqueur spatial (« space tug » en anglais) qui aurait été capable de faire la liaison entre la future navette spatiale en orbite basse et les satellites beaucoup plus haut, en orbite géostationnaire. Mais, à l'époque, les limites de la technique ne permettaient pas de construire ce type de véhicule,

capable de multiplier les allées et venues dans l'espace et d'y demeurer plusieurs années de suite.

Une laisse virtuelle

Ce n'est plus le cas depuis cette révolution qu'a constituée la propulsion électrique, bien plus efficace que la traditionnelle propulsion chimique des fusées. Depuis, plans et preuves de concept se multiplient pour accoucher d'un « vaisseau-poubelle » efficace et économiquement tenable. Plusieurs solutions sont à l'étude quant à la meilleure façon de retirer l'objet indésirable (satellite, étage de fusée, fragment ou débris volumineux) de son orbite. Aux solutions « avec contact », ayant recours à des systèmes de bras, de tentacules, de filets ou de harpons, s'ajoutent les solutions « sans contact ». Parmi elles, celle de « laisse virtuelle » consisterait, pour un chasseur, à s'approcher de l'objet puis à le bombarder d'un jet d'électrons. L'objet finirait ainsi par acquérir une charge électrique négative, tandis que le chasseur lui-même se chargerait positivement, et un lien invisible se créerait ainsi entre ces deux corps de charge opposée, conformément aux lois de l'électromagnétisme. Le chasseur n'aurait alors plus qu'à rallumer son moteur et le remorqueur jusqu'à une orbite-cimetière. À l'avenir, de tels « space tugs » pourraient aussi servir à ravitailler les satellites en carburant, voire à les réparer. Mais, comme l'indique Jean-Marc Astorg, « aucune solution technique n'a encore été trouvée qui remplisse entièrement le cahier des charges ». ■

Le « syndrome de Kessler », scénario catastrophe

Parmi les personnalités de premier plan présentes à la conférence de Darmstadt la semaine dernière, l'Américain Donald Kessler, longtemps en charge de la problématique des débris spatiaux à la Nasa. C'est lui qui, à la fin des années 1970, a théorisé et modélisé la réaction en chaîne redoutée par tous les experts et récemment mise en scène dans le film « Gravity » d'Alfonso Cuarón : une première collision crée un nuage de débris, dont certains provoquent d'autres collisions, qui à leur tour... Ce scénario catastrophe, aujourd'hui connu sous le nom de « syndrome de Kessler », s'est déjà produit deux fois dans le passé récent. En janvier 2007, dans le cadre d'un essai qui provoqua un tollé, les Chinois tirèrent un missile sur l'un de leurs satellites météo, Fengyun, provoquant le relâchement dans l'espace d'un essaim de 3 300 débris. Deux ans plus tard, en février 2009, un satellite Iridium a été percuté par un satellite militaire russe obsolète. « Ces deux accidents majeurs, qui ne se sont pas reproduits depuis, ont fait passer le nombre de débris de plus d'un centimètre en orbite d'environ 11 000 à 17 000 », indique Jean-Marc Astorg, directeur des lanceurs au CNES. Pas tout à fait « Gravity », mais presque... — Y. V.