

# TIPE 2020/2021 : Les débris spatiaux

## Groupe :

- Romain MAURICE MP\*
- Nicolas GRY MP
- Maxime WIRTH MP

**Thème :** Étude de l'évolution de l'impact des débris spatiaux sur la sécurité en fonction de notre gestion de ces derniers.

## Objectifs :

- Positionner les problèmes actuels quant aux débris spatiaux (leur nombre, l'absence de contrôle, le manque d'actions visant à les faire réduire...).
- Montrer que ces conditions poseront dans le futur de sérieux problèmes de sécurité, tant pour les missions spatiales qu'au sol.
- Présenter des solutions à ce problème, théoriques ou déjà tangibles, avec une ou plusieurs expérimentations techniques mettant en lumière les difficultés auxquelles il faut faire face.

**Actions déjà accomplies :** Recherches sur la situation des débris en orbite, sur des solutions (théoriques ou déjà faisables) pour le traitement des débris, prise de contact avec Christophe Bonnal du CNES.

**Expérience possible :** Création d'un robot à détection de mouvement dont le but serait d'attraper un objet devant lui, l'une des solutions possibles au problème traité.

## Références

[Inspiration]

Kurzgesagt, *End of Space - Creating a Prison for Humanity* :  
<https://www.youtube.com/watch?v=yS1ibDImAYU>

[Informations Générales]

Article d'informations générales sur les débris spatiaux, *Space Debris : Facts, Removal, Research* :  
<https://www.britannica.com/technology/space-debris>

#### [Événements]

Essais anti-satellites chinois : [https://en.wikipedia.org/wiki/2007\\_Chinese\\_anti-satellite\\_missile\\_test#Space\\_debris\\_tracking](https://en.wikipedia.org/wiki/2007_Chinese_anti-satellite_missile_test#Space_debris_tracking)

Collision de satellites : [https://en.wikipedia.org/wiki/2009\\_satellite\\_collision](https://en.wikipedia.org/wiki/2009_satellite_collision)

Résultat de cette collision : <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20100002023.pdf>

Quasi-rencontre de 2 satellites, janvier 2020 : <https://www.sciencealert.com/two-satellites-just-avoided-a-fiery-collision-how-close-did-they-come-to-disaster>

Syndrome de Kessler : [https://en.wikipedia.org/wiki/Kessler\\_syndrome](https://en.wikipedia.org/wiki/Kessler_syndrome)

#### [ClearSpace-1]

Page du projet : <https://clearspace.today>

Article de l'ESA : [https://www.esa.int/Safety\\_Security/Clean\\_Space/ESA\\_commissions\\_world\\_s\\_first\\_space\\_debris\\_removal](https://www.esa.int/Safety_Security/Clean_Space/ESA_commissions_world_s_first_space_debris_removal)

#### [CelesTrak]

Online Software de tracking des objets spatiaux : <https://celestrak.com/>  
<https://celestrak.com/cesium/orbit-viz.php?tle=/pub/TLE/catalog.txt&satcat=/pub/satcat.txt&referenceFrame=1>

#### [Détection]

Détection en plein jour : [https://www.esa.int/Safety\\_Security/Space\\_Debris/First\\_laser\\_detection\\_of\\_space\\_debris\\_in\\_daylight](https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/First_laser_detection_of_space_debris_in_daylight)

Michel Boër, Alain Klotz, Romain Laugier, Pascal Richard, Juan-Carlos Dolado Perez, Laurent Lapasset, Agnès Verzeni, Sébastien Théron, David Coward, J.A. Kennewell, *Tarot : A network for space surveillance and tracking operations* :  
<https://conference.sdo.esoc.esa.int/proceedings/sdc7/paper/382/SDC7-paper382.pdf>

A. Petit, E. Marchand, Keyvan Kanani. *Vision-based Space Autonomous Rendezvous : A Case Study*. IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, IROS'11, 2011, San Francisco, USA, United States. pp.619-624.  
ffhal-00639699f : [https://hal.inria.fr/file/index/docid/639699/filename/2011\\_iros\\_petit.pdf](https://hal.inria.fr/file/index/docid/639699/filename/2011_iros_petit.pdf)

A. Petit, E. Marchand, K. Kanani, *Tracking complex targets for space rendezvous and debris removal applications* :  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6386083>

[Orion]

C.R. Phipps, G. Albrecht, H. Friedman, D. Gavel, E.V. George, J. Murray, C. Ho, W. Friedhorsky, M.M. Michelis et J.P. Reilly, *ORION : Clearing near-Earth space debris using a 20-kW, 530-nm, Earth-based, repetitively pulsed laser* :

<https://www.cambridge.org/core/journals/>

[laser-and-particle-beams/article/orion-clearing-nearearth-space-debris-using-a-20kw-530nm-earth-based-repetitively-pulsed-laser/9DBCFO55220FF8073DE0FED4D339F4F](https://www.cambridge.org/core/journals/laser-and-particle-beams/article/orion-clearing-nearearth-space-debris-using-a-20kw-530nm-earth-based-repetitively-pulsed-laser/9DBCFO55220FF8073DE0FED4D339F4F)

J.W. Campbell, *Project ORION : Orbital Debris Removal Using Ground-Based Sensors and Lasers* : <https://ntrs.nasa.gov/citations/19960054373>

Depuis l'espace : SHEN Shuangyan, JIN Xing, CHANG Hao, *Cleaning space debris with a space-based laser system*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936114001010>

[Harpon]

Article de l'ESA : [https://www.esa.int/Safety\\_Security/Clean\\_Space/Whale\\_of\\_a\\_target\\_harpooning\\_space\\_debris](https://www.esa.int/Safety_Security/Clean_Space/Whale_of_a_target_harpooning_space_debris)

SciNews, *RemoveDEBRIS's Harpoon captures space debris* :

<https://www.youtube.com/watch?v=dtJ6KWPnPxo>

[Les Tethers]

Kurzgesagt, *1,000km Cable to the Stars - The Skyhook* <https://www.youtube.com/watch?v=dqwpQarrDwk&t=435s>

NASA Video, *Tethers Unlimited* [https://www.youtube.com/watch?v=H\\_bLHxqOmyE](https://www.youtube.com/watch?v=H_bLHxqOmyE)

[Les filets]

SciNews, *RemoveDEBRIS's net captures space debris* : <https://www.youtube.com/watch?v=PIfRPTIgXuw>

[HVI - HyperVelocity Impacts]

The Royal Institution, *High-Speed Collisions in Space – Experiments with a Carrot Gun* : <https://www.youtube.com/watch?v=kStpU1bU-oc>

Image de l'ESA : [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2013/04/Hypervelocity\\_Impact](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2013/04/Hypervelocity_Impact)

[Points de Lagrange]

Yves Paumier, *Les Points de Lagrange ou le démon de Kepler* : <https://solidariteetprogres.fr/groupe-espace/points-de-lagrange/objectifs-principes-de-base/>

les-points-de-lagrange-ou-le-demon-de-kepler.html

NASA-SpacePlace, *Where Do Old Satellites Go When They Die?*  
<https://spaceplace.nasa.gov/spacecraft-graveyard/en/>

Article de Luxorion : <http://www.astrosurf.com/luxorion/sysol-asteroides4.htm>

[Illustrations/Informations complémentaires]

Site de la NASA : <https://www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov/>

ESA, *ESA's Annual Space Environment Report* : [https://www.sdo.esoc.esa.int/environment\\_report/Space\\_Environment\\_Report\\_latest.pdf](https://www.sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space_Environment_Report_latest.pdf)

NASA, Etat de l'orbite basse en 2009 : <https://earthobservatory.nasa.gov/images/40173/space-debris>

K. Wormnes, R. Le Letty, L. Summerer, R. Schonenborg, O. Dubois-Matra, E. Luraschi, A. Cropp, H. Krag, and J. Delaval, *ESA technologies for space debris remediation* :

<https://www.esa.int/gsp/ACT/doc/MAD/pub/ACT-RPR-MAD-2013-04-KW-CleanSpace-ADR.pdf>

UCS Satellite Database : <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database#.XBEctS1oTRY>

[Matériaux] Spacesuit : <https://specialtyfabricsreview.com/2018/05/01/developing-nasas-next-generation-spacesuit>