

Le Covid-19, fossoyeur du *New Space* ?

Près d'un demi-siècle après l'alunissage de la mission Apollo 11, la conquête de l'espace permet toujours d'étendre et de projeter la puissance des Etats au-delà de la sphère géopolitique terrestre¹. L'arrivée d'acteurs privés dans ce secteur longtemps souverain nous a fait entrer dans une nouvelle ère spatiale, à un « nouvel espace » (*New Space*), selon l'expression consacrée. Les budgets des agences spatiales nationales sont également en hausse sur les dernières années, à l'image du budget spatial chinois, estimé à 11 milliards de dollars en 2019, contre 8 milliards de dollars en 2017. Parmi ces nouveaux entrants, l'Australie et la Turquie ont ainsi créé leurs propres agences spatiales en 2018, tout comme les Émirats Arabes Unis en 2014. Enfin, les usages du spatial se déploient dans un nombre grandissant de secteurs, dont les télécommunications et la défense sont probablement historiquement et durablement les plus significatifs.

Les tendances de fond conduisant à cette évolution du secteur spatial ne se trouvent, a priori, que peu remises en cause par la crise sanitaire et économique que nous traversons.

Pourtant, l'une des premières entreprises « victimes » de la situation financière dégradée causée par le Covid-19 – entre autres raisons que nous explorerons par la suite – est OneWeb, qui projetait de mettre en orbite basse une constellation d'environ 600 satellites visant à rendre accessible Internet au niveau mondial.

Dans un secteur où la coopération internationale est la norme et où les chaînes de valeur sont particulièrement mondialisées, les tensions grandissantes – bien qu'en rien nouvelles – entre grandes puissances pourraient remettre en cause le multilatéralisme scientifique actuel.

Les conséquences à court terme de la pandémie de Covid-19 sur le spatial sont déjà nombreuses et perceptibles, souvent semblables à l'ensemble de l'économie. La plupart des événements, conférences et grandes réunions ont été annulées, reportées à l'automne ou transformées en séminaires en ligne. Une grande partie des sites de production et de recherche des industriels et agences spatiales ont été mis à l'arrêt et le télétravail favorisé lorsqu'il est possible. Le site de lancement de Kourou a, lui, été fermé du 16 mars au 11 mai 2020, suspendant deux campagnes de tir Vega et une campagne Soyouz. Les répercussions sur la plupart des programmes spatiaux sont immédiates : la NASA a ainsi suspendu temporairement les travaux de construction et d'essai de la fusée et du vaisseau Orion, de la mission Artémis, visant un voyage lunaire. De l'aveu de Stéphane Israël dans *Le Monde* du 9 avril 2020, le premier vol commercial de la fusée

¹ Vidal, F. (2019). Préface. *Les nouveaux horizons de l'Europe spatiale. Annales des Mines - Réalités industrielles*, mai 2019(2), 3-4.

Ariane 6, initialement prévu en 2020, ne pourra probablement pas avoir lieu cette année non plus. Ces conséquences de très court terme retardent l'avancement de la plupart des missions spatiales, mais ne traduisent rien des tendances de fond formant la matrice explicative du spatial de demain, en grande partie antérieures à la situation sanitaire actuelle.

La crise que nous traversons est, par de nombreux aspects, inédite. Elle ne trouve pas son origine dans la sphère financière, comme en 2008. Elle n'est pas une guerre au sens militaire. Elle n'est pas une crise de surproduction, comme en 1929. Jamais une pandémie n'avait frappé dans les conditions de mondialisation et d'interconnexion entre puissances que nous connaissons aujourd'hui. L'éthique occupe enfin une place centrale dans la gestion de cette crise : c'est en connaissance de cause, grâce aux outils de modélisation contemporains, que les décideurs arbitrent entre enjeux sanitaires et économiques. L'anticipation de ses conséquences, ne serait-ce qu'à court terme, appelle ainsi prudence² et précaution, alors même que nous ne connaissons pas toutes les caractéristiques de cette maladie nouvelle. Ne nous méprenons pas non plus sur la finalité de l'exercice de prospective. Il n'est pas une prévision ni une projection certaine d'un avenir de toute façon incertain. L'objectif réside dans la mise en avant de variables clés, de facteurs d'évolution, et de signaux faibles tendant à justifier ces derniers.

Il convient ainsi d'analyser les tendances de fond régissant les évolutions à venir du secteur spatial, afin de mettre en avant les différents facteurs de changement à prendre en compte. La méthode des scénarios permettra par la suite de formuler des hypothèses de reconfiguration du spatial à l'avenir, en fonction des facteurs évolutifs mis en avant³.

L'observation terrestre civile est une vitrine des applications du spatial

Une des spécificités des sciences du spatial est l'inversion du lien Homme-milieu d'étude : la plupart des milieux que nous étudions sur Terre sont soumis à une pression anthropique. La présence d'objets d'origine terrestre dans l'espace affecte certes ce milieu, mais ils ont pour objectif premier d'influer, directement ou indirectement, sur le milieu terrestre. À l'image des fonds marins, une distance sociale naturelle se crée avec l'espace, suscitant fascination ou inquiétude⁴.

² Tenzer, N. (09/04/2020), *De la prudence aux temps du coronavirus*, Le Grand Continent.

<https://legrandcontinent.eu/fr/2020/04/09/tenzer-coronavirus/>

³ Kaplan, D. (2019). La fiction pour débattre de la prospective spatiale : Point sur une expérimentation. *Futuribles*, 430(3), 45-57.

⁴ Sourbès-Verger, I. (2002). Mythes et réalités de l'espace militaire. *Hermès, La Revue*, 34(2), 169-182. <https://www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2002-2-page-169.htm>

L'observation de la Terre depuis l'espace fait partie des domaines d'application les plus en phase avec les préoccupations actuelles, essentiellement en matière de changement climatique. Une connaissance bien plus fine des cycles de l'eau et du carbone a été permise grâce aux observations satellitaires, source de nos modèles actuels de prévision du climat. L'observation des littoraux, des paysages, des températures continentales et océaniques, le niveau de glaciation aux pôles, la composition gazeuse de l'atmosphère, l'évaluation de la biodiversité et de l'humidité des sols ne sont que quelques exemples donnant lieu à de nombreuses applications répondant à une demande croissante⁵. Le programme européen Copernicus, s'appuyant sur une flotte de satellites dédiée, vise à obtenir des données européennes d'observation de la Terre. Les orientations sont décidées en commun entre membres de l'*European Space Agency* (ESA) et membres de l'Union européenne (UE).

Il semble très peu probable que la pandémie de Covid-19 remette en cause la nécessité de ces observations. Le ministre italien de l'Innovation technologique et de la digitalisation, Paolo Pisano, notait ainsi que « nous faisons face à une urgence globale qui a souligné l'importance des technologies digitales et des données »⁶. Il convient néanmoins de garder à l'esprit que ces deux éléments ne peuvent pas être, seuls, la solution à une pandémie mondiale.

Le pôle de données et de services surfaces continentales Theïa, né de la volonté de onze institutions de recherche françaises dont le Centre national d'études spatiales (CNES), l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA) et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), organise ces recherches en Centres d'Expertise Scientifique (CES), regroupant les équipes de différents laboratoires travaillant sur le même thème. Un CES traitant des maladies infectieuses existe ainsi pour regrouper les potentialités scientifiques de prévision de la diffusion des maladies infectieuses issues d'observations spatiales. L'objectif était alors, à partir de données d'hydrologie, d'urbanisme et de météorologie, d'établir des cartes de risques pour certaines maladies, notamment transmises par les moustiques, dans les zones africaines et amazoniennes sensibles. Ce choix géographique, s'il illustre notre conception des maladies infectieuses comme étant jusqu'alors un danger distant, a permis de tester en conditions réelles les modèles de propagation des épidémies connus, dans la lignée du modèle comportemental SIR développé par Kermack et McKendrick⁷ en 1927.

⁵ Rapport du TOSCA (Terre Solide, Océan, Surfaces Continentales et Atmosphère) sous la direction de Cyril Crevoisier, consécutif au Séminaire de Prospective Scientifique du CNES, Le Havre, 8-10 octobre 2019.

⁶https://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/Space_in_response_to_COVID-19_outbreak

⁷ Kermack, W., McKermick, A. (1927), *A contribution to the mathematical theory of epidemics*

Cette utilisation de données environnementales dans le domaine des maladies infectieuses peut nous inviter à repenser les interactions entre santé, environnement et espace. De la même manière que dans la mesure de la pollution en tant que menace sanitaire, les données satellitaires issues d'un espace lointain permettent d'appréhender plus globalement notre propre milieu de vie. À court terme, les principaux apports du spatial dans la crise sanitaire actuelle reposent essentiellement sur l'observation précoce de ses conséquences environnementales. Selon l'aveu même de Joseph Aschbaba, Directeur des programmes d'observation de la Terre à l'ESA, « l'ESA n'est pas faite pour aider à la prévision de la propagation du virus »⁸ aujourd'hui. Un appel à projet a néanmoins été lancé par l'ESA le 6 avril dernier auprès des professionnels et amateurs intéressés, afin de proposer des applications aux données satellitaires disponibles dans le cadre de la lutte contre le Covid-19.

Le dynamisme des observations terrestres ne remet pas en cause la domination des télécommunications sur le marché satellitaire

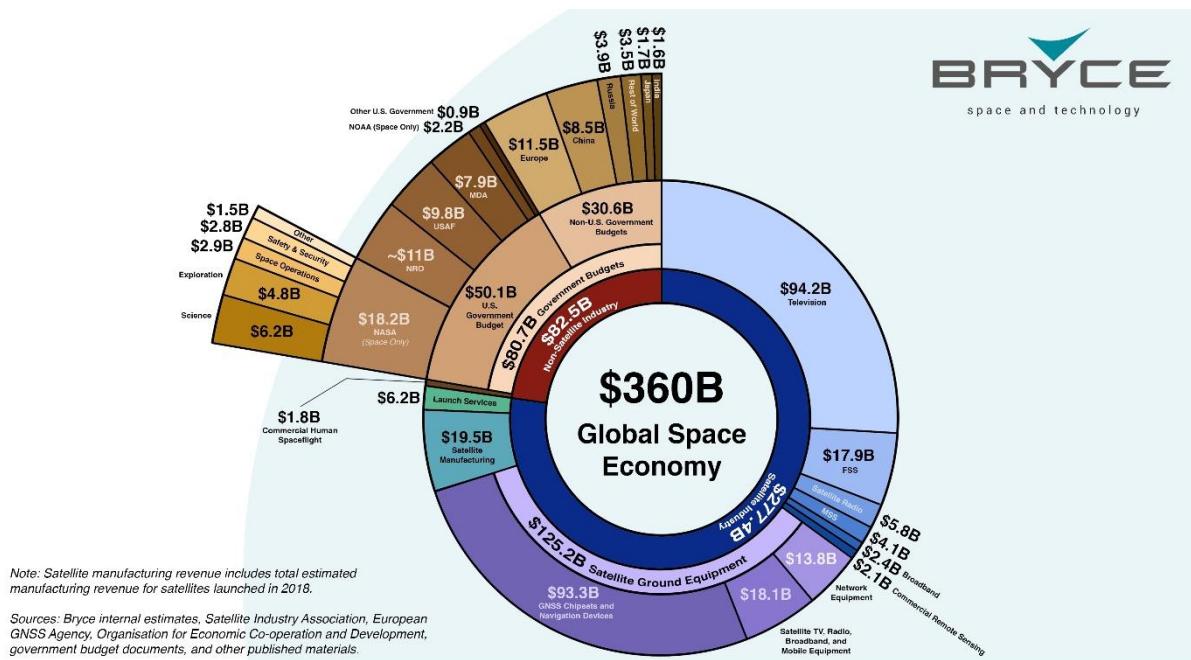


Figure 1 : Principales caractéristiques des budgets spatiaux en 2018⁹

L'observation terrestre civile ne représente que 819 millions de dollars par an, à comparer aux 1,121 milliard de dollars dépensés en observation militaire, et surtout aux 126,5 milliards de dollars que représentent les services satellitaires dédiés aux télécommunications. Le plus puissant moteur de croissance du secteur spatial sur le long terme est la croissance des échanges de données.

⁸ https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/COVID-19_how_can_satellites_help

⁹ Denis G., Pasco X. et al. (2020) *From new space to Big Space : How commercial space dream is becoming a reality, Acta Astronautica, Vol. 166*

Les usages des données se multiplient, augmentant les opportunités de croissance pour le secteur. Bien que la télévision domine encore le marché en valeur, l'émergence des transmissions Internet est un puissant relais de croissance, grâce notamment à la 5G, aux projets de démocratisation mondiale de l'accès à Internet et à l'Internet des objets¹⁰.

Ce contexte, ainsi que la miniaturisation des composants électroniques et la baisse des coûts de production, ont conduit à l'émergence d'acteurs privés sur le marché spatial. Aux côtés du tourisme spatial à moyen terme et de l'exploitation minière à long terme, le développement de constellations satellitaires massives en orbite terrestre basse constitue le principal objectif de court terme des entreprises de ce « nouvel espace ». Bien que représentant seulement 20 milliards de dollars d'investissements depuis 2000¹¹, le « nouvel espace », largement financé par de la dette ou des fonds de *venture capital*, suscite l'espoir de nombreux investisseurs sans avoir prouvé la viabilité et la rentabilité effective de son modèle économique. Bien que les applications de cette couche encore peu exploitée de l'orbite terrestre soient nombreuses, l'idée n'est pas nouvelle et rencontre des difficultés techniques, régulatoires et logistiques¹². Néanmoins, la nouveauté du modèle économique global permet de relativiser son absence de rentabilité présente, à l'avenir s'expliquer par des économies d'échelle, une baisse du nombre d'entreprises sur le marché ou le dynamisme de la demande en services satellitaires.

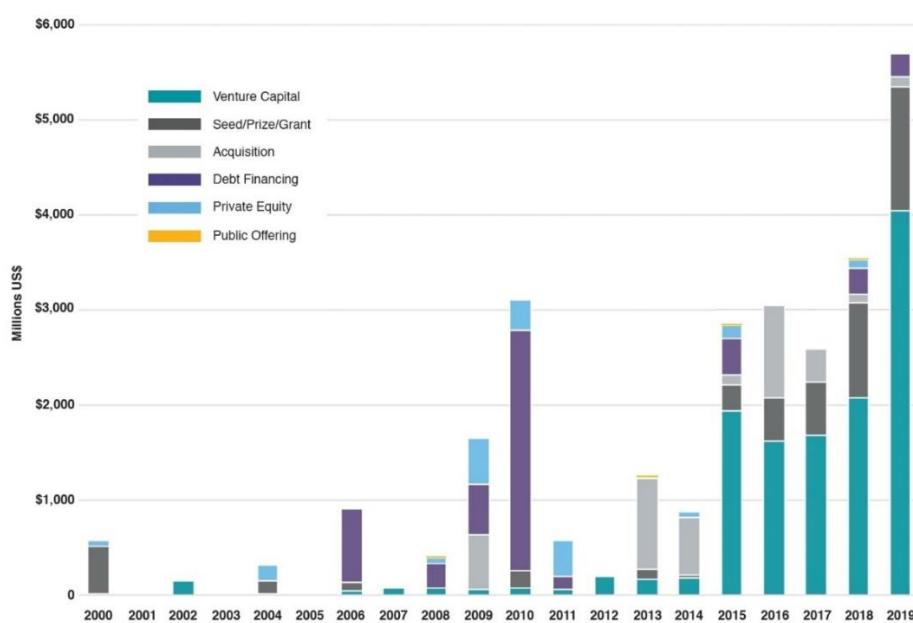


Figure 2: Origine des investissements dans le New Space - Bryce Space and Technology¹¹

¹⁰ Wohrer, P. (2019). Réalité et perspectives de l'IoT spatial. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, mai 2019(2), 73-76.

¹¹ Bryce Space and Technology – *Start-up Space : Update in investments on commercial space Ventures*, 2020

¹² <https://www.satellitetoday.com/business/2020/03/31/tom-choi-onewebs-failure-will-dent-newspace-investment/>

Désiré Bourdic-Girard
Note Eurasia Prospective 1 – mai 2020

L'exploitation de l'orbite terrestre basse et la baisse des coûts de production ont permis, sur les dix dernières années, de rendre largement accessible aux entreprises et aux universités l'usage des technologies satellitaires. À titre d'exemple, le 24 mars dernier devait être lancé depuis Kourou *Amical Sat*, premier satellite grenoblois, conçu par le Centre spatial universitaire de Grenoble créé en 2015. Les usages prévus touchent à la prévision des inondations, l'observation de la déforestation en Amazonie ou encore la croissance des zones urbaines¹³. Le cas d'ACRI-ST, PME de Sophia Antipolis qui projette d'ouvrir un centre de traitement des données satellitaires à Grasse¹⁴, est également significatif. De telles projets eurent été inconcevables il y a encore quelques années, démontrant la démocratisation des technologies satellitaires dans le milieu universitaire comme en entreprise.

L'arrivée d'acteurs privés dans le secteur spatial a entraîné la définition de nouveaux objectifs, distincts des objectifs scientifiques poursuivis par les agences spatiales. Ni la perspective d'un tourisme spatial, ayant conduit Blue Origin à continuer ses essais en dépit de la crise sanitaire¹⁵, ni l'exploration de la Lune et de Mars, priorité affichée d'Elon Musk avec SpaceX, ne répondent à des besoins scientifiques sérieux¹⁶. Le Comité d'Évaluation sur la Recherche et l'Exploration Spatiales (CERES) du CNES juge ainsi que « la science ne justifie pas les vols habités en projet vers la Lune et Mars »¹⁷.

Le tourisme spatial, dans un premier temps orbital puis à horizon 2014 à 2050 lunaire ou martien, constitue un relai de croissance du secteur spatial tout à fait nouveau. Porté par l'enthousiasme et l'aventure qu'il peut constituer, le tourisme spatial semble devenir un moteur de développement de l'industrie spatial, aux côtés historiques de la recherche scientifique, de la rivalité entre puissance ou des communications. Si la science ne le justifie pas, il s'explique néanmoins par l'imaginaire qu'a suscité, de tout temps, la conquête de l'espace. Cet attrait pour l'inconnu céleste qui paraissait mis en retrait depuis la fin de la « guerre des étoiles » s'est cependant révélé intact par l'engouement médiatique de Thomas Pesquet ou de la première visualisation d'un trou noir l'an dernier. La participation physique à l'exploration spatiale, à l'image de celle des fonds marins, ne concerne aujourd'hui qu'une minorité très aisée, mais tendra à se démocratiser à mesure que les

¹³ <https://www.francebleu.fr/infos/sante-sciences/en-2022-grenoble-surveillera-l-etat-de-la-planete-depuis-l-espace-1587056092>

¹⁴ Brandizi, J. (2020), Notes.

¹⁵ <https://www.theverge.com/2020/4/2/21198272/blue-origin-coronavirus-leaked-audio-test-launch-workers-jeff-bezos>

¹⁶ Arnould, J. (2007). Nouvelles frontières de l'Espace : Réflexions à propos du tourisme spatial. *Études*, tome 406(3), 347-357.

¹⁷ Rapport du CERES (Comité d'Évaluation sur la Recherche et l'Exploration Spatiales) sous la direction d'Athena Coustenis, consécutif au Séminaire de Prospective Scientifique du CNES, Le Havre, 8-10 octobre 2019.

coûts diminueront. Alors le tourisme spatial prendra réellement son essor, d'où l'importance stratégique pour les grandes puissances de disposer de capacités de vols habitués.

La place croissante des acteurs privés dans le développement, la production et l'exploitation d'appareils spatiaux pose également la question de la propriété des données scientifiques spatiales. Les grandes agences spatiales, en particulier la NASA et l'ESA, optent pour une stratégie de données ouvertes visant à encourager l'innovation quant aux applications des données spatiales. Néanmoins, la part croissante des données spatiales créées et exploitées par des acteurs privés ouvre la voie à une marchandisation de ces données scientifiques. Une stratégie européenne de création et d'exploitation des données est ainsi en développement, afin d'assurer l'indépendance européenne en la matière, notamment vis-à-vis des acteurs privés étasuniens.

La militarisation de l'espace devient une réalité que la crise sanitaire ne saurait freiner

Le secteur des services satellitaires à destination de la défense représentait 1,21 milliard de dollars en 2018. L'expression de militarisation de l'espace recouvre deux activités spatiales bien distinctes. D'une part, l'observation depuis l'espace est une activité historique du renseignement militaire, concomitante avec le développement de l'industrie spatiale. Ces observations s'accentuent dès lors qu'un besoin de projection de la puissance des États se laisse à voir, et que l'évolution des technologies permet de nouveaux usages, notamment l'amélioration de la résolution des images et la réduction des coûts de lancement. Cette militarisation n'est qu'indirecte, dans le sens où aucune activité spécifiquement militaire n'a lieu dans l'espace : les technologies d'observation militaire sont largement duales.

D'autre part, la militarisation de l'espace peut prendre une forme plus directe, conduisant à des tentatives d'interception de données ou de dégradations physiques de satellites adverses. La constitution d'armes spatiales peut ainsi donner lieu à une « arsenalisation de l'espace »¹⁸ au sens de James Lewis. Le système russe DA-ASAT récemment révélé par le commandement spatial de l'*US Army* permet ainsi de neutraliser des satellites en basse orbite terrestre. La basse orbite terrestre, qui présentait jusqu'alors un potentiel pour une plus grande redondance des systèmes du fait des coûts de lancement amoindris, montre ici une plus grande vulnérabilité aux menaces adverses. Le Général John W. 'Jay' Raymond, commandant de l'*US Space Command*, notait alors que « l'essai

¹⁸ Lewis, J. (2007). La dynamique de l'arsenalisation de l'espace. *Politique étrangère*, Été(2), 253-265.

russe du système DA-ASAT est un nouvel exemple montrant que la menace pour les systèmes spatiaux des États-Unis et ses alliés est réelle, sérieuse et croissante »¹⁹.

La militarisation de l'espace prend progressivement cette seconde forme, plus directe et vive, paroxysme de la projection de puissance des États dans un milieu spatial par définition dénué de frontières physiques. La plupart des États travaille en ce sens, Emmanuel Macron ayant annoncé le 13 juillet 2019 la création d'un commandement militaire de l'espace intégré à l'armée de l'air visant à doter la France d'une « autonomie stratégique spatiale »²⁰ selon les mots de la ministre Florence Parly. Le Parlement participe également au développement du spatial comme outil d'extension de la puissance française²¹.

Les lacunes du droit de l'espace débident ses possibilités d'exploitation

Le socle du droit international de l'espace est constitué par le « traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique », signé en 1967 et progressivement ratifié par la plupart des États spatiaux, dont les États-Unis, la Chine, la Russie, et les membres de l'ESA. Il inscrit dans le droit international la liberté d'accès à l'espace, l'impossibilité de s'en approprier tout ou partie, et proscrit la mise en place d'armes de destruction massive dans l'espace extra-atmosphérique. Les États et acteurs privés sont en outre responsables devant leur juridiction des actes commis dans l'espace extra-atmosphérique.

La non-appropriation des ressources spatiales a été unilatéralement rompue par les Etats-Unis lors de l'adoption du *Space Act* en 2015, autorisant les entreprises étasuniennes à exploiter des ressources spatiales. Le Luxembourg a suivi en juillet 2017, devenant le premier État européen à adopter une loi autorisant l'exploitation de ressources spatiales. L'extraction de ressources minérales ou métalliques extra-atmosphérique est ainsi une raison d'être de l'agence spatiale luxembourgeoise²², rejoignant un nombre croissant de pays, dont Chine, Japon et Russie. Une législation internationale paraît alors nécessaire à réguler cette « ruée vers l'espace » à venir. La marchandisation du spectre hertzien ou des droits à placer des satellites en orbite terrestre basse, ressources extra-atmosphériques laissant entrevoir de nombreux intérêts techniques, constituent *de*

¹⁹ <https://www.spacecom.mil/MEDIA/NEWS-ARTICLES/Article/2151611/russia-tests-direct-ascent-anti-satellite-missile/>

²⁰ <https://www.france24.com/fr/20190713-direct-14-juillet-emmanuel-macron-adresse-armees>

²¹ http://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion_def/l15b1574_rapport-information

²² Serres, M. (2019). How Luxembourg becomes Europe's commercial space exploration hub. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, mai 2019(2), 69-72.

facto des usages commerciaux de ressources spatiales²³. L'appropriation du champ visuel céleste, réduisant les capacités d'observation astronomique, est également une forme d'appropriation peu réglementée, trouvant un exemple lors des lancements successifs de satellites rejoignant la constellation Starlink de SpaceX.

La question de long court de la gestion des déchets spatiaux, devenant de plus en plus prégnante à mesure que le nombre d'objets inertes dans l'espace s'accroît, illustre l'importance de se doter d'un cadre juridique renforcé. Afin d'éviter une tragédie des communs²⁴ spatiale, une gestion internationale des déchets orbitaux est nécessaire mais soumise aux aléas des relations internationales. Le problème était déjà envisagé par Donald Kessler pour la NASA en 1978²⁵, mais la miniaturisation des technologies et l'exploitation de l'orbite terrestre basse le réactualise. La question de l'indemnisation des propriétaires de satellites touchés par des débris, et donc de l'établissement de responsabilité légale de pollution de l'espace, n'est pas résolue en l'état actuel du droit spatial. Des collisions éventuelles entre satellites actifs sont également envisageables et non codifiées juridiquement au niveau international. Cette question s'était notamment posée en septembre 2019, lorsqu'un satellite de la constellation Starlink de SpaceX et un satellite d'observation de l'ESA ont failli entrer en collision, forçant l'ESA à effectuer une manœuvre d'évitement, SpaceX ayant refusé de faire de même parfaitement légalement²⁶. La convention de 1972 sur la responsabilité internationale pour les dommages causés par des objets spatiaux porte les Etats responsables des conséquences de tout lancement sur leur territoire, dont la faute doit être caractérisé. Cette convention ne comble donc pas le vide juridique en cas de collision avec les débris spatiaux, et paraît peu adaptée aux satellites opérés par des acteurs privés.

Les nouveaux acteurs et les nouveaux usages du spatial ne semblent pas pris en compte dans les conventions internationales existantes et datées, laissant aux États le monopole de la régulation de l'exploitation de l'espace, échelle réglementaire par nature inadaptée.

²³ Cambazar V., *Ordre juridique spatial et marchandisation des fréquences*, Thèse de doctorat de droit public soutenue le 22 mars 2017, Ecole doctorale de droit (Lyon).

²⁴ Hardin G. (1968) *Tragedy of the Commons*. Washington : Science.

²⁵ Donald J. Kessler and Burton G. Cour-Palais (1978). "Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt". *Journal of Geophysical Research*.

²⁶ <https://www.forbes.com/sites/jonathanocallaghan/2019/09/02/spacex-refused-to-move-a-starlink-satellite-at-risk-of-collision-with-a-european-satellite/#6f6ea0cc1f62>

La situation inédite que nous vivons laisse de nombreuses variables décisives indéterminées

L'exercice de prospective permet de formuler différentes hypothèses quant à l'avenir du secteur spatial. La situation inédite que nous vivons aujourd'hui comporte de nombreuses sources d'incertitudes géopolitiques, économiques, sociales et technologiques de moyen et long termes ouvrant la voie à une grande diversité d'hypothèses. Avant de formuler les différents scénarios plausibles d'évolution du secteur spatial, il convient à présent de mettre en avant les différentes variables dont l'avenir dépend et qu'il est impossible de prévoir à l'heure actuelle, mais pas impossible d'anticiper : c'est tout le rôle de la prospective.

Comme l'affirme Emmanuel Macron en Une du *Financial Times* le 18 avril 2020²⁷, nous vivons « un moment de vérité pour l'Europe ». Critiquée pour son absence de réaction face à la crise sanitaire largement explicable par l'absence de transfert de compétences sanitaires au niveau communautaire, l'Union européenne est, comme lors de la crise des dettes souveraines, en tension. La crise économique qui se laisse à voir ouvre maintenant la voie à une relance économique. L'UE peut se saisir bien au-delà d'un plan de relance de 500 milliards d'euros, correspondant à moins de 3 % du PIB, à comparer par exemple aux 120 milliards d'euros du plan français inclus dans la 2^{ème} loi de finances rectificative du 25 avril 2020, représentant 6 % du PIB. Une non-émission de dette commune pourrait durablement déstabiliser les pays européens les plus endettés, essentiellement l'Italie et l'Espagne, et briser la confiance des peuples en la capacité de l'UE à réagir aux crises. Un affaiblissement de l'Union européenne pourrait clarifier la répartition des compétences de la Commission européenne et de l'ESA au profit de la seconde, travaillant directement avec les agences spatiales nationales désireuses d'investir. Une remise en question plus profonde encore des institutions européennes pourrait donner lieu à une prédominance des coopérations bilatérales entre États, au cas par cas en fonction des programmes. Au contraire, une sortie de crise à la faveur d'une action forte de l'UE pourrait renforcer la cohésion continentale et donner des compétences à la Commission européenne en matière d'investissement dans le spatial, dans le cadre du plan de relance.

Les conséquences économiques de la crise sanitaire que nous traversons sont particulièrement difficiles à évaluer, dans la mesure où nous ne pouvons savoir quand aura lieu le « retour à la normale », s'il devait y en avoir, en particulier sur le plan des échanges internationaux.

²⁷ <https://www.ft.com/content/3ea8d790-7fd1-11ea-8fdb-7ec06edeef84>

Dès lors, la stabilité financière des États et du tissu entrepreneurial est soumise à de nombreuses inconnues, qui pourraient avoir des conséquences directes sur le secteur spatial.

D'une part, une dégradation forte des finances publiques avec un niveau d'endettement inédit pour de nombreux pays contraindrait *de facto* les dépenses publiques. Les arbitrages résultant de cette tension seraient d'ordre politique et fonction notamment de l'acceptabilité sociale de la dépense spatiale, difficile à évaluer *ex ante*. En dollars constants, le budget de la NASA a par exemple diminué de près de 16 % entre 2010 et 2013, à la suite de la crise des *subprimes*. Si les conséquences économiques et financières s'avéraient plus lourdes encore qu'en 2008 – ce que les premières estimations macroéconomiques semblent montrer – l'impact sur le budget des agences spatiales n'en serait que décuplé.

D'autre part, le secteur spatial privé pourrait être particulièrement touché par des faillites en chaîne, du fait d'un fort étagement entre différents niveaux de sous-traitance et de l'importance des start-ups dans le processus d'innovation. De plus, le niveau d'investissement dans les start-ups spatiales, notamment en *venture capital* ou du fait de milliardaires portés vers la conquête de l'espace, pourrait baisser à l'issue de la crise, réduisant le potentiel d'innovation. La résilience du tissu productif à la pandémie, la stabilité du système financier et le temps de retour à la normale du niveau de consommation sont des inconnues qui influeront nécessairement sur les capitaux disponibles pour l'investissement dans le spatial. Les progrès technologiques seraient étroitement liés à ces investissements privés, outre les projets entièrement financés par les agences spatiales. La fragilisation financière de certains clients actuels des services satellitaires, à l'image des acteurs de l'aviation, conduirait irrémédiablement à une baisse de la demande en lancements.

Enfin, l'évolution de la situation sociale déterminera l'acceptabilité par les citoyens de la dépense spatiale. Vecteur de nombreux emplois, notamment à haute valeur ajoutée, une baisse de l'investissement public comme privé aurait des conséquences sociales négatives. Néanmoins, dans une situation sociale dégradée, la dépense spatiale pourrait paraître comme non-essentielle, notamment au regard des dépenses de santé et d'éducation, appelées à augmenter dans les prochaines années. En revanche, la volonté croissante des populations de recouvrer leur souveraineté technologique pourrait conduire à relocaliser les chaînes de production des composants spatiaux, et surtout à investir dans la recherche afin de garantir une indépendance nationale, ou *a minima* continentale en Europe. En outre, le spatial pourrait de nouveau être considéré comme outil majeur de projection de la puissance militaire, dans un contexte de recrudescence des rivalités entre grandes puissances, légitimant auprès des citoyens un effort budgétaire en faveur des agences spatiales.

À l'issue d'un examen des principales variables déterminantes dans l'avenir du spatial dans le monde, nous pouvons constater que pour chaque inconnue, le choix de l'une ou de l'autre des possibilités change diamétralement l'issue. Les hypothèses que nous pouvons formuler peuvent donc tout à la fois être crédibles et antagonistes, en fonction du retournement ou non d'une ou plusieurs variables clés. L'ordre de présentation des scénarios ne présage rien de leur probabilité de réalisation.

Scénario « Du « New Space » au « Grey Space » »

La militarisation de l'espace n'est pas un phénomène nouveau. Le « traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra atmosphérique », signé en janvier 1967, interdisait déjà, dans son article IV, toute activité militaire sur les corps célestes et mise sur orbite « d'armes de destruction massive » au sens large. L'existence d'un tel traité dès 1967 témoigne de l'ancienneté de la menace. Ainsi, entre 1957 et 1991, 60 % des satellites étasuniens et 77 % des satellites soviétiques ont des missions de défense²⁸.

La résurgence des tensions entre grandes puissances à laquelle nous assistons depuis le milieu des années 2000 pourrait trouver dans la crise sanitaire actuelle des motifs d'amplification forts. L'importance stratégique du spatial pour la Chine et sa position rhétorique sur le Covid-19, affirmant dès le 12 avril 2020 être « sortie victorieuse de son combat contre l'épidémie de coronavirus. » et accusant violemment les Occidentaux de mauvaise gestion de la crise et de calomnie à son endroit²⁹, nous permet d'envisager des tensions durables. Les relations sino-américaines se sont également dégradées depuis le début de la crise, en particulier depuis la fuite dans la presse de câbles diplomatiques pointant les failles de sécurité des laboratoires du Wuhan Institute of Virology³⁰. Dans la mesure où un dénouement rapide de la crise sanitaire reste peu probable, les tensions internationales autour de cette question pourront s'inscrire dans la durée.

Une militarisation de l'espace permettrait de répondre aux désirs de projection de puissance des États. La faible exposition en vies humaines, la mise à distance du fait militaire, le haut niveau de maîtrise technologique nécessaire et l'absence de frontières naturelles font de l'espace le terrain d'affrontement idéal. En effet, la faible exposition en vies humaines permet l'acceptabilité sociale

²⁸Ramel, F. (2011). *Philosophie des relations internationales : 2e édition revue et augmentée*. Paris : Presses de Sciences Po.

²⁹ <http://www.amb-chine.fr/fra/zfzj/t1768712.htm>

³⁰ <https://www.washingtonpost.com/opinions/2020/04/14/state-department-cables-warned-safety-issues-wuhan-lab-studying-bat-coronaviruses>

durable de la dynamique. La mise à distance du fait militaire permet de minimiser le risque de défiance des citoyens. Le haut niveau de la frontière technologique spatiale permet au secteur de servir d'étandard de la puissance technologique des États. La continuité naturelle de l'espace permet aux États de s'affranchir des contraintes du *jus ad bellum* liées aux territoires.

Une dynamique globale d'accroissement de l'indépendance des États et donc de réduction des échanges internationaux réduirait les opportunités de croissance dans la télécommunication. Au contraire, une importance accrue portée par les armées étatiques à la présence spatiale ferait du spatial militaire le nouveau relais de croissance des investisseurs privés. Les GAFAM sont ici les investisseurs les plus probables, à l'image de collaborations existant déjà avec le Pentagone, tel le projet Maven mené par Google publiquement depuis 2018³¹. Google s'approprie d'ailleurs depuis 2017 les outils caractéristiques du *New Space* en investissant en *venture capital*³² afin de se développer dans le secteur de la défense. Un *Grey Space* caractérisé par des activités stratégiques de défense menées par des acteurs privés succède alors au *New Space*.

Une place croissante de l'Europe face aux industriels étasuniens peut être envisagée, à l'aune d'un déperissement de l'Alliance Atlantique et de tensions croissantes avec la Russie. La souveraineté technologique des États européens ne pouvant être atteinte qu'à l'échelle continentale, ils seraient incités à investir davantage dans des programmes de recherches communs. Le premier discours de la présidente de la Commission européenne, Ursula Van Der Leyen, permet d'envisager une Europe où la souveraineté continentale serait un objectif plus important que le respect des règles de la concurrence³³. Une telle politique de relocalisation des chaînes de valeur stratégiques répondrait aux attentes citoyennes soulevées par la dépendance de l'Europe vis-à-vis de la Chine pour son approvisionnement en matériel médical, à l'image des masques de protection. Le lancement de la JEDI, *Joint European Disruptive Initiative*, est un premier pas vers une approche européenne de l'innovation technologique, rompant notamment avec le principe de retour géographique des fonds. Néanmoins, les États manifestent toujours une volonté d'autonomie de recherche, comme en témoigne le rapport du CERES à l'issue du séminaire de prospective scientifique du CNES d'octobre 2019. Les programmes nationaux représentent 705 millions d'euros du budget du CNES en 2020, contre 1,401 milliard d'euros de contribution au budget de l'ESA. Cette volonté d'autonomie des États dépasse bien entendu le cadre de la recherche spatiale et peut parfois remettre en cause la cohésion politique européenne, par exemple dans le cas d'une

³¹ <https://www.nytimes.com/2018/04/04/technology/google-letter-ceo-pentagon-project.html>

³² <https://theintercept.com/2019/07/23/google-ai-gradient-ventures/>

³³ Discours de la Présidente-élue von der Leyen à la séance plénière du Parlement européen à l'occasion de la présentation de son Collège des Commissaires et leur programme, 27 novembre 2019

Allemagne affirmant son autorité. De plus, les logiques internes aux États pourraient limiter l'émergence de cette souveraineté européenne. L'échec de mise en œuvre des « coronabonds » du fait de désaccords politiques a montré la persistance de ces logiques internes fortes en période de crise.

Le respect du « traité de l'espace » de 1967 limitant théoriquement la militarisation de l'espace ne se pose plus depuis la brèche ouverte par le *Space Act* en 2015. Un glissement progressif des possibilités légales favorisant l'exploitation des ressources spatiales, une tendance des investissements des entreprises technologiques à se tourner vers le secteur militaire et un accroissement des tensions entre États conduirait à une nouvelle course à l'espace, prenant la forme d'une guerre informelle dans un espace extra-atmosphérique devenu zone grise stratégique.

Ce scénario est dominé par un fort développement du spatial de la défense comme moyen d'expansion de la souveraineté des États. Le multilatéralisme scientifique, en dehors de l'Europe, serait compromis par des relations diplomatiques tendues et par une rupture de confiance en l'honnêteté intellectuelle de ses partenaires. Cette rupture de confiance est illustrée par la remise en cause actuelle de la sincérité scientifique de la Chine dans sa communication de crise, par exemple quant au nombre réel de victimes du Covid-19.

Scénario « Un nouveau multilatéralisme efficient comme réponse à la crise du Covid-19 »

Ce second scénario peu disruptif prévoit une accélération des échanges d'informations au niveau mondial, et une consolidation de l'économie de la donnée. Les firmes ayant commencé à investir dans le *New Space* s'en trouvent dès lors récompensées, dans la mesure où le recours aux technologies satellitaires devient à moyen terme courant dans la recherche universitaire, pour les États et pour les entreprises. La croissance du nombre de *smallsats* mis en orbite depuis 2012 se poursuit, soutenue en premier lieu par les applications commerciales. La confiance des entreprises et des acteurs institutionnels dans ces technologies permet de massifier la production des composants de *smallsats*, réduisant le coût d'usage et agrandissant graduellement le marché potentiel, créant une dynamique expansionniste favorable aux acteurs historiques du *New Space*.

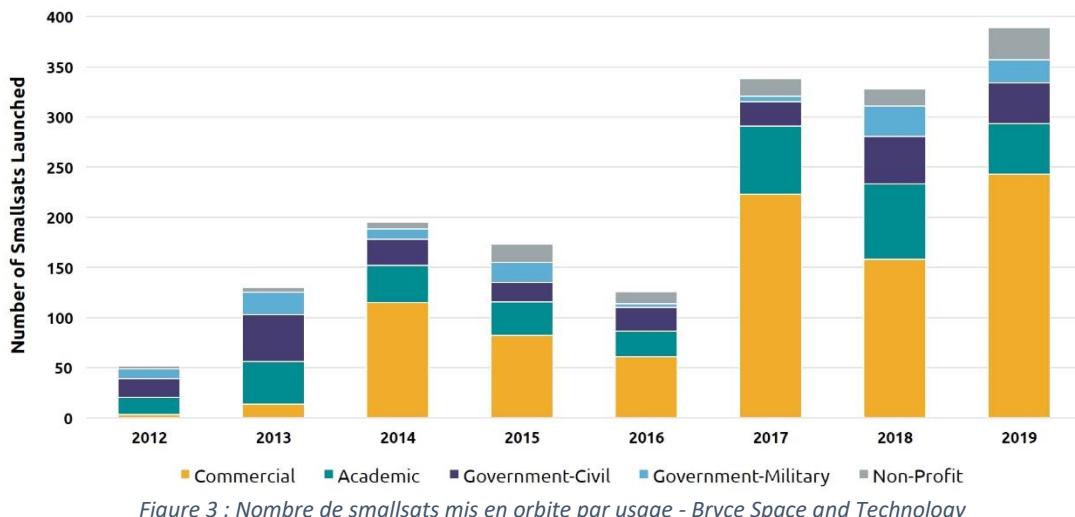


Figure 3 : Nombre de smallsats mis en orbite par usage - Bryce Space and Technology

Les technologies satellitaires sont des outils indispensables aux pouvoirs publics dans la gestion de la crise climatique, légitimant auprès des citoyens les investissements publics dans un contexte de dettes publiques élevées. L'acceptabilité croissante de l'usage d'Intelligence Artificielle dans les arbitrages de politique publique permet de traiter l'important volume de données spatiales.

Ce scénario envisage, à la suite de la crise du Covid-19, un multilatéralisme renforcé et une transparence scientifique accrue basée sur un Code de Conduite international contraignant signé par l'essentiel des États reconnus par l'ONU, tel qu'envisagé aujourd'hui par l'ESA pour pallier l'absence de régulation de l'orbite terrestre basse³⁴. Nous pouvons également envisager une réforme des agences de l'ONU vers un rôle plus opérationnel permettant une réponse unifiée des États en cas de crise mondiale de type pandémique. La recherche spatiale, à l'image de l'ensemble de la recherche scientifique, serait organisée de manière multilatérale et bilatérale entre agences spatiales nationales – ou européenne – mettant à profit les domaines de compétences spécifiques de chaque État.

Scénario « Effondrement de la privatisation de l'espace, revendications nationales et nouvelles puissances spatiales »

Ce scénario disruptif est basé sur une hypothèse de longue durée de la crise du Covid-19 et d'importantes conséquences économiques, financières et sociales. La dégradation des finances publiques, une crise de liquidités sur les marchés financiers, un creusement durable de la trésorerie des entreprises sont la conséquence, au niveau national, d'une instabilité sanitaire durable. Les

³⁴ <https://portail-ie.fr/analysis/2283/conversation-la-strategie-industrielle-spatiale-de-lesa-a-lere-du-new-space-partie-12>

tensions internationales seraient décuplées par les incertitudes quant à l'origine du Covid-19 et par la dépendance des économies occidentales envers la Chine pour l'approvisionnement en matériel médical, dont cette-dernière pourrait tirer parti. Le scénario premier de renforcement du secteur spatial comme lieu d'affrontement entre États est écarté par la mauvaise situation financière des États du Nord. Au contraire, les pays en Amérique du Sud et en Afrique bénéficient d'investissements de la Chine dans leurs économies et d'un accès privilégié au matériel médical chinois. Un rééquilibrage de puissance s'opère entre pays en développement soutenus par la puissance chinoise et pays développés ne parvenant pas à s'unir de part et d'autre de l'Atlantique.

Bien que le secteur spatial ne soit pas une priorité dans la plupart des pays en développement, leurs investissements dans le domaine sont tout de même un marqueur de puissance. Les priorités de la Chine en matière d'investissements dans le spatial, à l'intérieur comme à l'international, s'expliquent ainsi largement par sa stratégie d'influence culturelle, visant notamment à s'assurer une place de choix dans l'écriture d'un hypothétique futur traité international du droit de l'espace³⁵. Cette dynamique spatiale des pays émergents spatiaux au sens large est d'ores- et-déjà visible dans nombre d'entre eux. Yahsat Government Solutions (YGS), entreprise émiratie, est désormais leader sur le marché des satellites de communication au Moyen Orient et se développe dans le secteur militaire³⁶. L'ISRO indienne, partenaire historique du CNES, a lancé en mai 2019 son premier satellite d'observation microondes, augmentant les capacités de prévision de l'Inde dans l'agriculture, la sylviculture et les catastrophes naturelles³⁷. L'émergence d'une Afrique spatiale pourrait également survenir dans les prochaines années. Le continent dispose depuis janvier 2019 d'une agence spatiale coordonnant les politiques de recherche. Néanmoins, les pays africains sont dépendants technologiquement d'agences spatiales étrangères, à l'image de l'Ethiopie, ayant lancé en décembre 2019 son premier satellite, grâce au soutien technique et financier de l'Académie chinoise de technologie spatiale qui a formé une vingtaine de scientifiques éthiopiens³⁸. Un travail commun entre pays africains est particulièrement intelligent car il permet d'orienter la recherche scientifique vers des problématiques propres au continent, notamment liée à la lutte contre les insectes nuisibles, à la désertification ou à la lutte contre la déforestation illégale.

³⁵ <https://www.thespacereview.com/article/3944/1>

³⁶ <https://spacewatch.global/2020/04/uaes-yahsat-government-solutions-looks-to-expand-into-military-market/>

³⁷ <https://www.thehindu.com/news/national/isro-launches-radar-imaging-satellite-risat-2b/article27202673.ece>

³⁸ <https://www.france24.com/fr/20191220-l-essor-de-l-industrie-spatiale-africaine-une-chance-pour-le-d%C3%A9veloppement-du-continent>

L’impact de la crise économique étant croissante du niveau d’ouverture de l’économie, les États occidentaux – en particulier européens – seraient les plus touchés, expliquant un effet de ratrappage technologique sur le long terme. Un premier problème de tarissement de la demande de données satellitaires lié à la baisse des budgets étatiques et à la diminution des investissements privés est facilement identifiable à court et moyen termes. En revanche, sur une échelle temporelle plus longue, un effondrement de la structure d’offre actuelle aurait un plus fort impact encore. En effet, le fort étagement du secteur spatial avec différents niveaux de sous-traitance augmente à chaque étape le risque d’une défaillance financière perturbant l’ensemble de la chaîne de production. Une perspective de recentrement des États sur leur production nationale ou *a minima* continentale restreindrait d’autant les possibilités de report en cas de faillite d’un fournisseur.

L’exemple de OneWeb illustre la facilité de retournement de la confiance des investisseurs dans le *New Space* en *venture capital*³⁹. Les faibles perspectives de rentabilité à moyen terme – déjà présentes avant la crise du Covid-19 mais accentuées par une potentielle contraction de la demande – entraîneront un tarissement des financements privés⁴⁰. Tom Choi, co-fondateur de l’opérateur de satellites ABS et opposant à l’exploitation de l’orbite terrestre basse, prévoit que « de nombreux modèles économiques ne survivront pas à cette crise. [...] Les entreprises dépendantes de financements en *venture capital* ou en crédit vont connaître de prochains mois très difficiles. »⁴¹ La faillite d’opérateurs majeurs comme OneWeb pourrait avoir des conséquences importantes sur l’ensemble de la chaîne de valeur, mettant en danger de nombreux fournisseurs directs et indirects.

La viabilité de l’exploitation de l’orbite terrestre basse afin notamment de fournir un accès internet mondial peut être remise en question. En effet, les coûts actuels ne sont pas suffisamment bas pour permettre une utilisation de la ressource Internet dans les pays en développement, qui ne possèdent par ailleurs pas d’infrastructures terrestres capables de fonctionner avec les satellites en question⁴². Le seuil de rentabilité serait ainsi non atteignable en pratique. Seuls des financements publics, tels que OneWeb en sollicite actuellement auprès du gouvernement britannique⁴³, permet d’assurer la continuité du modèle économique non-rentable d’un *New Space* finalement éphémère.

³⁹ Chamussy, N. (2019). De nouvelles chaînes industrielles, l’exemple de OneWeb. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, mai 2019(2), 59-63.

⁴⁰ Pasco X. (09/04/2020) *La fragilité des start-ups face à la crise du coronavirus : le cas de OneWeb*, Fondation pour la recherche stratégique, <https://www.frstrategie.org/publications/notes/fragilite-start-ups-face-crise-coronavirus-cas-oneweb-2020>

⁴¹ <https://www.satellitetoday.com/business/2020/03/31/tom-choi-onewebs-failure-will-dent-newspace-investment/>

⁴² <https://www.satellitetoday.com/business/2020/03/31/tom-choi-onewebs-failure-will-dent-newspace-investment/>

⁴³ <https://www.telegraph.co.uk/technology/2020/04/12/oneweb-appeals-government-rescue-hunts-investors-collapse/>

Ce scénario, comme le premier, implique une baisse du multilatéralisme rendant difficiles les coopérations internationales. Le renchérissement des coûts de développement des technologies spatiales associé à cette autonomie de chaque État dissuade d'autant plus les forces politiques occidentales d'investir. L'acceptabilité populaire de ces dépenses s'érode au profit de dépenses sanitaires et sociales, recentrées sur les besoins humains essentiels. Une telle dynamique serait consubstantielle du développement d'une philosophie néo-humaniste de recentrement de la société sur l'être humain et de distanciation vis-à-vis des flux monétaires. Elle serait cohérente avec une prise de conscience de la vulnérabilité de nos sociétés face aux maladies, aux catastrophes climatiques, et plus généralement face au changement climatique. Le développement des sociétés serait dès lors guidé par le nécessaire et la sobriété, dans un impératif de réduction de l'empreinte humaine sur la Terre. La pollution de l'espace extra-atmosphérique induite par une nouvelle conquête spatiale deviendrait dès lors peu acceptable dans les pays développés.

En guise de conclusion.

La période qui s'ouvre, pour le spatial comme pour nos sociétés, est pleine d'incertitude. Rien ne peut nous permettre de conclure à un bouleversement durable. Rien ne peut nous permettre de l'écartier. C'est justement dans des périodes d'incertitude que la prospective, émettant des hypothèses à différents degrés de disruption, est utile par son pouvoir d'anticipation.

S'il est un enseignement que nous pouvons déjà apprendre de cette crise, c'est notre propension à minimiser les causes irrationnelles dans les prises de décision, qu'il s'agisse de relations internationales⁴⁴ ou d'organisation interne⁴⁵. Dès lors, l'avenir du spatial dépend largement de la capacité des forces politiques et des agences spatiales à redonner un sens à la conquête de l'espace. Réécrire un récit commun aux Nations spatiales, projeter une vision, un horizon spatial atteignable sont des clés du ressort de l'irrationnel et de l'ascientifique, mais aussi des conditions *sine qua non* à un développement de long terme. L'espoir suscité par Elon Musk dans son projet de conquête de Mars, injustifié scientifiquement et très peu probablement rentable même à long terme, relève bien de l'irrationnel et de l'onirique, moteurs de l'Histoire aussi puissants que sous-étudiés. De même, si on a longtemps pensé que l'Europe avait besoin d'un comité des sages, n'a-t-elle pas en réalité besoin d'un Conseil des visionnaires ?

⁴⁴ Ramel, F. (2011). *Philosophie des relations internationales : 2e édition revue et augmentée*. Paris : Presses de Sciences Po.

⁴⁵ Bergeron, H. & Hassenteufel, P. (2018). Une contribution de la sociologie de l'action publique à l'évaluation de processus: Le cas des « politiques d'organisation ». *Idées économiques et sociales*