



IRSEM

INSTITUT DE RECHERCHE STRATÉGIQUE
DE L'ÉCOLE MILITAIRE

LA GUERRE DES FRÉQUENCES

VERS UNE MARCHANDISATION
DE LA RESSOURCE SPECTRE/ORBITE ?

CNE Béatrice Hainaut

Chercheuse Espace à l'IRSEM



**MINISTÈRE
DES ARMÉES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Mai 2025

ÉTUDE – n° 123

LA GUERRE DES FRÉQUENCES VERS UNE MARCHANDISATION DE LA RESSOURCE SPECTRE/ORBITE ?

CNE Béatrice Hainaut

Chercheuse Espace à l'IRSEM

Pour citer cette étude

Béatrice Hainaut, *La guerre des fréquences – Vers une marchandisation de la ressource spectre/orbite ?*, Étude 123, IRSEM, mai 2025.

Dépôt légal

ISSN : 2268-3194

ISBN : 978-2-11-172606-2

DERNIÈRES ÉTUDES DE L'IRSEM

122. *Quand la Chine frappe à la porte de la Nouvelle-Calédonie*
Anne-Marie BRADY
121. *Les wargames dans la formation de l'officier*
Yves AUFFRET (dir.)
120. *Les ambitions de la Russie et de la Chine en Méditerranée*
Céline MARANGÉ et Carine PINA
119. *« À bas le néocolonialisme ! » – Résurgence d'un récit stratégique dans la Russie en guerre*
Maxime AUDINET
118. *Les houthistes et la mer Rouge*
Alexandre LAURET
117. *La marine turque – Un atout militaire pour l'OTAN ?*
Mayeul PAPPENS
116. *Les jeunes et la guerre - Représentations et dispositions à l'engagement*
Anne MUXEL
115. *La Chine et les opérations militaires autres que la guerre à l'étranger – Quelles conséquences sur le dilemme de sécurité ?*
Carine PINA
114. *Ce que veulent les grandes puissances – La quête de statut de la Chine et l'avenir de l'ordre international*
Élie BARANETS
113. *Gendarmerie nationale et Guardia Civil – La coopération tous azimuts*
CNE Louis VAILHEN
112. *La guerre en Ukraine : un nouveau contexte stratégique pour la Turquie ?*
Sümbül KAYA (dir.)

ÉQUIPE

Directeur
Martial FOUCAULT

Directeur adjoint
ICA Benoît RADEMACHER

Directrice scientifique
Julia GRIGNON

Secrétaire générale
Caroline VERSTAPPEN

Éditrice
Chantal DUKERS

Retrouvez l'IRSEM sur les réseaux sociaux :

@ <https://www.irsem.fr>



AVERTISSEMENT : l'IRSEM a vocation à contribuer au débat public sur les questions de défense et de sécurité. Ses publications n'engagent que leurs auteurs et ne constituent en aucune manière une position officielle du ministère des Armées.

© 2025 Institut de recherche stratégique de l'École militaire (IRSEM).

PRÉSENTATION DE L'IRSEM

Créé en 2009, l'Institut de recherche stratégique de l'École militaire (IRSEM) est l'organisme de recherche stratégique du ministère des Armées. Composé d'une cinquantaine de personnes, civiles et militaires, dont la plupart sont titulaires d'un doctorat, il est le principal centre de recherche en études sur la guerre (*War Studies*) dans le monde francophone. En plus de conduire de la recherche interne (au profit du ministère) et externe (à destination de la communauté scientifique) sur les questions de défense et de sécurité, l'IRSEM apporte un soutien aux jeunes chercheurs (la « relève stratégique ») et contribue à l'enseignement militaire supérieur et au débat public. L'équipe de recherche est répartie en six domaines :

- Le domaine Europe, Espace transatlantique et Russie analyse les évolutions stratégiques et géopolitiques en Amérique du Nord, en Europe, en Russie et dans l'espace eurasiatique qui comprend l'Europe orientale (Moldavie, Ukraine, Biélorussie), le Caucase du Sud (Arménie, Géorgie, Azerbaïdjan) et les cinq pays d'Asie centrale. Il s'intéresse plus particulièrement à la compétition de puissances dans cette zone, aux évolutions du rôle de l'OTAN, à la sécurité maritime et aux stratégies d'influence.
- Le domaine Afrique - Asie - Moyen-Orient analyse les évolutions stratégiques et géopolitiques en Afrique, Asie et Moyen-Orient, autour des axes transversaux suivants : autoritarisme politique et libéralisation économique dans les pays émergents ; rôle et place des armées et des appareils de sécurité dans le fonctionnement des États et des sociétés ; enjeux stratégiques et de sécurité régionale ; idéologies, nationalismes et recomposition des équilibres interétatiques régionaux.
- Le domaine Armement et économie de défense s'intéresse aux questions économiques liées à la défense et, plus largement, a vocation à traiter des questions stratégiques résultant des développements technologiques, des problématiques d'accès aux ressources naturelles et de celles liées aux enjeux environnementaux. Les travaux de recherche du domaine s'appuient sur une approche pluridisciplinaire, à la fois qualitative et quantitative, qui mobilise des champs scientifiques variés : économie de défense, histoire des technologies, géographie.

- Le domaine Défense et société est à l'interface des problématiques spécifiques au monde militaire et des évolutions sociétales auxquelles celui-ci est confronté. Les dimensions privilégiées sont les suivantes : lien entre la société civile et les armées, sociologie du personnel militaire, intégration des femmes dans les conflits armés, relations entre pouvoir politique et institution militaire, renouvellement des formes d'engagement, socialisation et intégration de la jeunesse, montée des radicalités. Outre ses activités de recherche, le domaine Défense et société entend aussi promouvoir les questions de défense au sein de la société civile, auprès de l'ensemble de ses acteurs, y compris dans le champ académique.

- Le domaine Stratégies, normes et doctrines a pour objet l'étude des conflits armés contemporains, en particulier sous leurs aspects politiques, militaires, juridiques et philosophiques. Les axes de recherche développés dans les productions et événements réalisés portent sur le droit international, en particulier sous l'angle des enjeux technologiques (cyber, intelligence artificielle, robotique), les doctrines de dissuasion, la maîtrise des armements avec la lutte contre la prolifération et le désarmement nucléaires. Les transformations des relations internationales et leurs enjeux de puissance et de sécurité ainsi que la philosophie de la guerre et de la paix font également partie du champ d'étude.

- Le domaine Renseignement, anticipation et stratégies d'influence mène des recherches portant sur la fonction stratégique « connaissance et anticipation » mise en avant par le Livre blanc de la défense depuis 2008. Ce programme a donc d'abord pour ambition de contribuer à une compréhension plus fine du renseignement entendu dans son acception la plus large (c'est-à-dire à la fois comme information, processus, activité et organisation) ; il aspire ensuite à concourir à la consolidation des démarches analytiques, notamment dans le champ de l'anticipation ; enfin, il travaille sur les différentes dimensions de la guerre dite « hybride », en particulier les manipulations de l'information. Le domaine contribue du reste au renforcement du caractère hybride de l'IRSEM en diffusant des notes se situant à l'intersection de la recherche académique et de l'analyse de renseignement en sources ouvertes.

BIOGRAPHIE

Docteure en science politique, relations internationales de l'Université Paris-Panthéon-Assas, la capitaine Béatrice Hainaut a rejoint l'IRSEM en septembre 2022, en tant que chercheuse sur les questions spatiales.

Ses travaux de thèse ont porté sur l'émergence et la promotion des normes de comportement relatives à la sécurité des activités spatiales.

La capitaine Hainaut a occupé, au sein de l'armée de l'air et de l'espace, plusieurs postes en lien avec le spatial militaire. D'abord au sein du Centre de recherche de l'armée de l'air (CREA) puis au Centre opérationnel de surveillance militaire des objets spatiaux (COSMOS), puis au sein de l'état-major de l'armée de l'air (Bureau Stratégie) et enfin au Commandement de l'espace.

Ses travaux actuels portent sur les normes de comportement dans l'espace ainsi que sur l'ensemble des développements contemporains touchant au secteur spatial.

Contact : beatrice.hainaut@irsem.fr

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	11
GLOSSAIRE DES ACRONYMES	13
INTRODUCTION	15
I. L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS (UIT), AGENCE DES NATIONS UNIES EN CHARGE DE LA RÉGULATION INTERNATIONALE DE LA RESSOURCE SPECTRALE	25
Les instruments de l'UIT et le droit international public	25
<i>Instruments</i>	25
<i>Le droit international des télécommunications</i>	26
<i>Le Traité de l'espace</i>	27
La réservation de couples spectre / orbite.....	28
<i>Processus et procédure</i>	28
<i>La place des acteurs privés au sein de l'UIT</i>	31
Le budget de l'Union.....	33
<i>La part des États membres</i>	33
<i>La part des acteurs privés</i>	35
<i>Les États qui financent le plus l'UIT ont-ils plus d'influence ?</i>	37
II. LA RESSOURCE SPECTRALE : UNE RESSOURCE CONVOITÉE ET MARCHANDÉE	39
L'effet de la libéralisation du secteur des télécommunications	39
La marchandisation des fréquences et des positions orbitales	41
<i>Rôle des critères d'éligibilité inscrits dans les lois nationales</i>	42
« Trafic » de filings et utilisation des « pavillons de complaisance »	42
<i>Des partenariats État-acteur privé gagnant-gagnant ?</i>	47
<i>Le rôle des cabinets de conseil</i>	52
Les conséquences de cette marchandisation	53
« Satellites de papier » et over-filing	53
<i>Le recul de la place de l'État ?</i>	60
III. DE LA RESSOURCE SPECTRALE POUR LES UTILISATIONS MILITAIRES	63
La gestion du parc spectral par le ministère des Armées.....	63
Le cas de la constellation de connectivité européenne IRIS ²	67
<i>Le projet</i>	67
<i>La réservation des fréquences</i>	69
Interférences et brouillages préjudiciables.....	71
<i>La multiplication des constellations en orbite basse et les interférences induites sur les systèmes géostationnaires</i>	71
<i>Les brouillages intentionnels</i>	75

La convoitise des acteurs privés vis-à-vis des bandes de fréquences d'intérêt militaire	76
<i>Les bandes militaires dites OTAN</i>	76
<i>Saisir des opportunités grâce au secteur privé ?</i>	77
<i>Considérer cette convoitise comme une menace ?</i>	79
CONCLUSION	83

RÉSUMÉ

Tout satellite ayant besoin de « communiquer » pour fonctionner, il doit disposer d'une liaison montante (de la station satellitaire au sol vers le satellite) et descendante (du satellite vers une station au sol). Cela se réalise au travers de l'utilisation du spectre électromagnétique, décomposé en bandes de fréquences.

Le spectre électromagnétique est une ressource « naturelle » rare et limitée, d'autant plus que toutes les bandes de fréquences ne sont pas adaptées aux services spatiaux et que certaines d'entre elles sont traditionnellement « réservées » à des usages militaires. Enfin, c'est la bande de fréquences associée à une position physique dans l'espace qui rend ce « couple » précieux. Cette ressource spectre/orbite est un bien commun pour les États et une ressource stratégique pour les armées.

Si la gouvernance des activités spatiales dans son ensemble peine à émerger, elle existe bel et bien lorsqu'il s'agit d'attribuer des couples spectre/orbite à des États. Elle s'incarne dans l'Union internationale des télécommunications (UIT) créée en 1865 et devenue en 1949 une institution spécialisée des Nations unies. L'UIT, dont les prérogatives englobent l'ensemble de la connectivité numérique sous toutes ses formes, fait face à de nombreux défis concernant les bandes de fréquences.

Tout porteur de projet spatial, qu'il soit gouvernemental ou privé, doit s'adresser à une agence nationale (des fréquences) pour réserver des couples. Cette dernière porte la demande au nom du pays auprès de l'UIT. L'Union, qui n'a qu'un rôle technique, s'assure que le projet ne porte pas atteinte aux systèmes existants ou à venir, par le risque d'interférences.

La libéralisation du secteur des télécommunications à la fin des années 1990 a transformé cette ressource rare en marchandise. Aujourd'hui ce phénomène s'est amplifié sous l'effet de la multiplication des projets de constellations de satellites en orbite basse. Ainsi, cette étude se focalise sur les enjeux entourant les réservations de couples spectres (bandes Ku, Ka et Q/V) / orbites basses pour les constellations de connectivité. Cette

ressource fait l'objet d'une pression foncière très forte de la part des acteurs privés.

La procédure de réservation spectre/orbite à l'UIT renforce, d'une certaine manière, la spéculation. On observe également un certain nombre de stratégies développées par des acteurs privés afin de se doter d'un grand nombre de réservations, dans le but d'attirer des investisseurs. L'UIT est originale en ce sens qu'elle est l'unique agence des Nations unies ouverte à l'adhésion du secteur privé mais également à d'autres organisations non gouvernementales (universités, instituts, organisations régionales...). La question du rôle et de l'influence de ces acteurs au sein de l'institution se pose alors avec force.

La pression sur la ressource spectre/orbite est telle que les acteurs privés se tournent à présent vers des bandes de fréquences jugées « sous-utilisées », car traditionnellement « réservées » à des usages militaires. Cela peut certes créer des opportunités conjointes entre les armées et les acteurs privés, mais dans certains cas, cela est également source de menaces.

GLOSSAIRE DES ACRONYMES

ANFR : Agence nationale des fréquences
 API : *Advance publication information*
 ARES : Action et résilience spatiale
 BITD : base industrielle et technologique de défense
 CDE : Commandement de l'espace
 CMR : Conférence mondiale des radiocommunications
 CNES : Centre national d'études spatiales
 COPUOS : *Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*
 CPRs : *Common - Pool Resources*
 CUPEEA : Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique
 DGA MI : Direction générale de l'armement / Maîtrise de l'information
 DGNUM : Direction générale du numérique et des systèmes d'information et de communication
 EGIDE : Engin géodérivant d'intervention et de découragement
 GEO : géostationnaire (orbite)
 GSO : *Geostationary Orbit*
 IRIS²: Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite
 MINARM : ministère des Armées
 NGSO : *Non-Geostationary Orbit*
 OTAN : Organisation du traité de l'Atlantique Nord
 RR : Règlement des radiocommunications
 RTI : Règlement des télécommunications internationales
 SEO : services en orbite
 TOUTATIS : Test en orbite d'utilisation de techniques d'action contre les tentatives d'ingérences spatiales
 UE : Union européenne
 UIT : Union internationale des télécommunications
 YODA : Yeux en orbite pour un démonstrateur agile

INTRODUCTION

Au mois de mars 2025, la population orbitale des satellites actifs atteint plus de 11 000 objets¹. Parmi ces objets, plus de 6 600 appartiennent à la société d'Elon Musk, SpaceX. Il s'agit des satellites de sa constellation de connectivité Starlink situés en orbite basse, c'est-à-dire entre 400 km et 1 200 km d'altitude. Si ces derniers ont beaucoup fait parler d'eux en raison de leur quantité inédite en orbite et de leur utilisation en Ukraine, le processus en amont permettant à une telle constellation d'être présente en orbite a été moins analysé et évoqué.

Tout satellite a besoin de « communiquer » pour fonctionner. Or il ne peut le faire que par l'intermédiaire du spectre électromagnétique², décomposé en bandes de fréquences. Le satellite doit disposer d'une liaison montante (de la station satellitaire au sol vers le satellite) et descendante (du satellite vers une station au sol), sans risquer de subir des interférences électromagnétiques avec d'autres liaisons satellitaires. Pour cela, toutes les sociétés privées ayant un projet de mise en orbite de satellites doivent au préalable faire une demande de réservation de « couples » ou *filings*, c'est-à-dire une réservation de fréquences radioélectriques spécifiques pour communiquer, associées à des positions physiques, orbitales, dans l'espace. En France, les demandes s'effectuent auprès de l'Agence nationale des fréquences (ANFR), agence étatique placée sous l'autorité du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique. Cette première demande, une fois validée, est portée à l'Union internationale des télécommunications (UIT). Cette dernière, créée en 1865 et devenue en 1949 une institution spécialisée des

1. [Active Satellite TLE Data and Information](#)

2. Le spectre électromagnétique regroupe l'ensemble des ondes électromagnétiques en fonction de leur fréquence, longueur d'onde ou énergie. Les ondes électromagnétiques qui constituent le spectre n'ont pas besoin de support matériel pour se déplacer : un champ électromagnétique nous entoure en permanence, de la même manière que l'air nous entoure. Source : « [C'est quoi le spectre des fréquences ?](#) », Agence nationale des fréquences.

Nations unies, est basée à Genève et compte 194 États membres. Il s'agit d'une agence d'enregistrement des demandes, qui effectue des vérifications d'ordre technique. Elle n'a pas de pouvoir de sanction en cas de non-respect des règles, mais elle se place en médiateur en cas de différend entre États. Elle permet de porter à la connaissance de tous les États membres la volonté de tel ou tel État de positionner un ou des satellites à telle(s) altitude(s) et à telle(s) fréquence(s). Elle incite les acteurs à se coordonner pour que leurs systèmes satellitaires dont les couples seraient proches les uns des autres ne se gênent pas mutuellement.

Le spectre électromagnétique est une ressource « naturelle » rare et limitée, d'autant plus que certaines bandes de fréquences ne sont pas adaptées à certains services spatiaux³. De même, certaines bandes de fréquences sont traditionnellement « réservées » à des usages militaires. De plus, c'est la bande de fréquences associée à la position orbitale qui rend la ressource encore plus précieuse. Cette ressource spectre/orbite est une ressource stratégique pour les armées. La ressource spectrale et orbitale est limitée en orbite géostationnaire (GEO) car, pour bénéficier des avantages de cette orbite équatoriale, il faut se positionner très exactement à 36 000 km⁴. En outre, toutes les positions ne se valent pas. Les plus prisées sont celles qui se situent au-dessus d'un territoire peuplé de potentiels clients. Quant à l'orbite basse, les possibilités sont plus importantes mais restent somme toute limitées pour être optimales⁵, surtout lorsqu'il est question d'y placer des constellations, ces dernières étant amenées à se croiser régulièrement si elles se situent à des altitudes proches. Ainsi, les

3. La bande Ku (11/14 GHz) reste la bande la plus utilisée pour les satellites mais les bandes Ka (18/28 GHz) et Q/V (38/50 GHz) sont de plus en plus exploitées pour l'accès haut débit par satellite (connectivité) en orbite géostationnaire et orbite basse. « [Organisation du spectre des fréquences](#) », ANFR, juin 2020.

4. Si l'objectif de l'opérateur est de couvrir une zone fixe sur Terre. En effet, la vitesse de rotation d'un satellite sur cette orbite est égale à la vitesse de rotation de la Terre. Le satellite apparaît donc comme « fixe » pour un observateur situé sur Terre.

5. Entre environ 500 et 1 500 km maximum.

spécialistes estiment que d'un point de vue physique, spectral et même économique⁶, il n'y aura de la place *a priori* que pour deux constellations de satellites en orbite basse en bande Ku, deux en bande Ka et deux en bandes basses⁷. Il faut également ajouter que cette limitation prend en compte le risque accru d'alignement et donc d'interférences entre les satellites placés sur des orbites non géostationnaires (NGSO : *Non-Geostationary Orbit*) et ceux placés sur l'orbite géostationnaire (ou GSO : *Geostationary Orbit*).

Ainsi, « les orbites des satellites et le spectre des fréquences radioélectriques sont des ressources naturelles limitées⁸ ». En économie, cette ressource est qualifiée de « bien commun⁹ ». Cette formule désigne des « biens qui présentent une non-exclusion d'usage mais une rivalité dans leur consommation¹⁰ ». Cette définition est issue des travaux de Paul A. Samuelson¹¹ qui établit une typologie des biens (publics, privés, de club, communs). Les biens communs sont définis par leur caractère non exclusif qui implique qu'il est difficile, pour des raisons techniques ou politiques, d'exclure un agent ; mais également par leur rivalité qui implique que la consommation de la ressource par un agent la rend indisponible pour un autre. Dans ce jeu à somme nulle, les agents sont rivaux dans la consommation de la ressource. La notion de bien commun est très présente dans la doctrine juridique mais ne fait pas l'objet d'une catégorie¹². En France, une proposition de loi a

6. Qui renvoie à la rentabilité attendue d'un service de constellation de satellites de connectivité en orbite basse.

7. *Star Wars: A new chapter. Incumbents facing the broadband revolution and the rise of mega-constellations*, Bryan, Garnier & Co, 20 septembre 2022.

8. [Constitution de l'Union internationale des télécommunications](#), chapitre VII, article 44, 196, PP-98, 22 décembre 1992, Nations unies, Recueil des Traités, vol. 1825 et 1826, I-31251.

9. Lionel Janin, « Valeur du spectre hertzien », *Revue française d'économie*, XXIV (3), 2009, p. 79-119.

10. Jean-Louis Combes, Pascale Combes Motel, Sonia Schwartz, « Un survol de la théorie des biens communs », *Revue d'économie du développement*, 24, 2016/3, p. 55-83.

11. Paul A. Samuelson, « The Pure Theory of Public Expenditure », *The Review of Economics and Statistics*, 36 (4), 1954, p. 387-389.

12. Alberto Lucarelli, « Biens communs. Contribution à une théorie juridique », *Droit et société*, 98, 2018, p. 141-157.

même été formulée afin de protéger les biens communs. Cette dernière est justifiée en préambule par ces arguments : « Les développements du capitalisme ont décuplé des dynamiques de prédation et de privatisation, plaçant la liberté d'entreprendre et le droit de propriété au sommet de la hiérarchie des normes et des valeurs, faisant de la quête du profit le moteur de l'histoire¹³. » En effet, « tout se passe [...] comme si chaque partie détachée d'un *res communis*¹⁴ acquérait instantanément le statut de *res nullius*¹⁵ ».

Le droit international ne définit pas davantage ce que sont les biens communs. Un facteur explicatif de cet état de fait serait que « le milieu international ne connaît pas d'esprit communautaire, de conscience commune et se prête mal à l'émergence d'idéaux juridiquement identifiés¹⁶ ». Dès lors, il semble que la ressource spectre/orbite ne puisse pas échapper au raisonnement développé par Garrett Hardin au travers du concept de la « tragédie des communs¹⁷ ». Ce dernier pose le scénario de la surexploitation d'une ressource, pouvant de fait mener à sa fin. Certes, il est vrai que la ressource spectrale, en tant que telle, ne peut pas disparaître au sens strict en cas de surexploitation. Cette dernière mènerait à une impossibilité d'utiliser la ressource à cause des interférences mais le processus serait réversible. En revanche, la « ressource orbitale » elle, pourrait disparaître. En effet, depuis la fin des années 1970, le scénario de la fin de l'exploitation des

13. [Proposition de loi organique pour une protection des biens communs, n° 4576](#), déposée le lundi 18 octobre 2021.

14. Le *res communis* désigne une ressource qui ne peut être appropriée, ni appropriable, alors que le *res nullius* désigne une ressource non appropriée mais appropriable et dont on peut faire commerce. Il est donc intéressant de constater que l'espace dans son ensemble est le plus souvent considéré comme un *res communis*, mais que ces parties sont, elles, envisagées comme des *res nullius*.

15. François Ost, *La nature hors la loi – L'écologie à l'épreuve du droit*, Paris, La Découverte, 1995, p. 61.

16. Jean-François Marchi, « Bien commun et droit international », *Les Cahiers Portalis*, 4, septembre 2016, p. 53-67.

17. Garrett Hardin, « The Tragedy of the Commons », *Science*, 162 (3859), décembre 1968, p. 1243-1248.

orbites par l'homme est théorisé. Plus connu sous le nom du « syndrome de Kessler¹⁸ », du nom de l'astrophysicien américain, ce scénario postule que la quantité de débris spatiaux pourrait atteindre un seuil, où eux-mêmes vont en produire d'autres, provoquant ainsi une réaction en chaîne, menant à la fin de l'exploitation de l'espace par l'homme. De ce fait, la ressource spectre/orbite pourrait se tarir car la disponibilité du spectre sans l'orbite ne fait pas sens. Pour échapper à la tragédie des communs, Hardin considère que seule la privatisation du bien ou l'usage de la coercition mutuelle sous l'autorité d'un gouvernement central (nationalisation) peut permettre son usage à long terme¹⁹. La privatisation semble impossible dans le cas de l'espace qui, conformément au Traité de l'espace, ne peut faire l'objet d'appropriation²⁰. La deuxième proposition ne semble pas non plus réalisable dans les faits²¹.

Si la ressource spectre/orbite n'est pas nécessairement promise à ce dessein funeste illustré par la tragédie des communs, les questions de sa gouvernance, et de sa répartition équitable entre les États, se posent avec force. La gouvernance désigne ici « l'interaction d'une pluralité d'acteurs « gouvernants » qui

18. Donald J. Kessler et Burton G. Cour-Palais, « Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt », *Journal of Geophysical Research*, 83 (A6), 1^{er} juin 1978.

19. Carol Rose, « [Réflexions sur les biens communs](#) », *Droit & société : théorie et sciences sociales du droit*, 106, 2021, p. 753-769.

20. Traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, adopté à Washington, Moscou et Londres le 27 janvier 1967, entré en vigueur le 10 octobre 1967, Recueil des Traités, vol. 610, 1967, article II, RTNU No 8843, p. 205.

21. Son modèle a d'ailleurs été dans son ensemble contesté dans les années 1970 car jugé simpliste. Selon ses détracteurs, il confond les biens en propriété commune et les ressources en libre accès. Le bien en propriété commune permet d'exclure des membres qui ne respecteraient pas les limitations. La ressource en libre accès n'appartient à personne et chacun cherche donc à maximiser son profit en négligeant celui d'autrui, voire en voulant le réduire à la portion congrue.

ne sont pas tous étatiques ni même publics²² » dont le but est la recherche de compromis. Certains politistes ont ainsi repris la littérature existante sur les biens communs en économie pour l'appliquer au domaine spatial. Cela constitue à leurs yeux un cadre de compréhension (*framing*) qui permet de structurer et d'enrichir les réflexions autour de sa gouvernance. « *By framing space as a commons, it becomes possible to learn from and apply a wealth of academic research and knowledge on common-pool resources (CPRs) to the space sustainability problem*²³. » Cette réflexion est directement issue des travaux d'Elinor Ostrom, prix Nobel d'économie pour ses travaux sur la gouvernance durable des biens communs²⁴, qui s'inscrit en faux contre ceux d'Hardin²⁵. Certains chercheurs ont ainsi tenté d'appliquer les huit principes d'Ostrom pour penser la gouvernance et l'utilisation durable de l'espace²⁶. Les travaux d'Ostrom en ont nourri d'autres, considérant que les biens communs ne sont pas voués à la tragédie mais « porteurs de promesse²⁷ ».

22. Jean Leca, « Ce que l'analyse des politiques publiques pourrait apprendre sur le gouvernement démocratique », *Revue française de science politique*, 46 (1), février 1996, p. 122-133.

23. « En concevant l'espace comme un bien commun, il devient possible de tirer parti d'une vaste richesse de recherches et de connaissances académiques sur les ressources communes pour aborder le problème de la viabilité à long terme des activités spatiales » [ma traduction] (Tiffany Chow, Brian C. Weeden, « [An Introduction to Ostrom's Eight Principles for Sustainable Governance of Common-Pool Resources as a Possible Framework for Sustainable Governance of Space](#) », Secure World Foundation, 2012).

24. Elinor Ostrom, *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990.

25. D'autres écrits précédant celui d'Elinor Ostrom critiquaient déjà la vision pessimiste d'Hardin. Lire Carol Rose, « The Comedy of the Commons: Custom, Commerce, and Inherently Public Property », *University of Chicago Law Review*, 53 (3), 1986, p. 711-781, et Susan B. Cox, « No Tragedy of the Commons », *Environmental Ethics*, 7 (3), 1985, p. 49-61.

26. Brian C. Weeden, Tiffany Chow, « Taking a common-pool resources approach to space sustainability: A framework and potential policies », *Space Policy*, 28 (3), août 2012, p. 166-172.

27. Thomas Boccon-Gibod, Thomas Perroud (dir.), *Les communs sans tragédie. Écologie, démocratie, sphère publique*, Paris, Hermann, 2024.

Bien que la constitution de l'UIT prône une utilisation de la ressource spectre/orbite « rationnelle, efficace et économique²⁸ », elle est, depuis la conquête de l'espace, monopolisée par certains États par l'intermédiaire de leurs acteurs privés. Cela est directement lié au fait que la ressource spectre/orbite est au cœur de l'utilisation de l'espace par les satellites. Certaines pratiques contournant les règles de l'UIT se sont développées dès la fin des années 1980 avec la libéralisation du secteur spatial. La ressource spectre/orbite fait l'objet de spéculations financières et de marchandisation. Elle semble s'inscrire dans le phénomène plus général d'« astrocapitalisme²⁹ ». Selon les auteurs de ce concept, « l'usage de l'espace à des fins d'accumulation du capital remonte en réalité aux débuts de l'âge spatial³⁰ ». Toutefois l'astrocapitalisme aurait véritablement pris son envol dans les années 1980. La dimension mercantile est en effet très présente dans l'accès à l'espace. Olivier Kempf l'a posée en ces termes : « [...] la dimension économique (et mahanienne) [...] inspire beaucoup les auteurs américains : ces espaces d'intérêt commun doivent être l'objet d'une attention stratégique afin de permettre le commerce, selon une logique libre-échangiste typique des États-Unis³¹ ».

La maîtrise de la ressource spectre/orbite est essentielle pour les puissances spatiales d'un point de vue tant militaire qu'économique. D'ailleurs, ces deux usages entrent parfois en concurrence. En effet, la ressource étant rare, les acteurs privés convoitent les bandes de fréquences militaires, jugées « sous-utilisées ». Or, dans son fonctionnement, l'UIT ne reconnaît pas l'existence de bandes de fréquences à usage militaire. Il n'y a donc pas de distinction entre bandes civiles et bandes

28. [Constitution de l'Union internationale des télécommunications](#), déjà citée.

29. Irénée Régnauld, Arnaud Saint-Martin, *Une histoire de la conquête spatiale. Des fusées nazies aux astrocapitalistes du New Space*, Paris, La Fabrique, 2024.

30. *Ibid.*, p. 110.

31. Olivier Kempf, *Introduction à la cyberstratégie*, Paris, Economica, 2012, p. 44.

militaires, ce qui n'ouvre par conséquent pas de droits ou de devoirs spécifiques en la matière pour les États.

Jusqu'à une date récente, la majorité des demandes de coordination portées à l'UIT s'effectuaient au profit de l'orbite géostationnaire, soit à 36 000 km de la Terre. Avec l'avènement des projets de constellations d'une centaine d'objets et des méga-constellations de plusieurs milliers d'objets, le fonctionnement actuel de l'UIT est mis en question. De nature technique, cette agence, qui a su depuis 1865 s'adapter aux évolutions touchant aux télécommunications et radiocommunications³², n'a pas pu échapper aux logiques économique et politique³³ quand il s'est agi de mises en orbite de satellites, que ce soit en orbite basse ou géostationnaire.

L'UIT fait donc face à de nombreux défis concernant les bandes de fréquences³⁴. Cette étude se focalise néanmoins sur les enjeux entourant les réservations de couples spectres (bandes Ku, Ka et Q/V) / orbites basses pour les constellations de connectivité, alors que les prérogatives de l'UIT vont bien au-delà puisqu'elles englobent l'ensemble de la connectivité numérique sous toutes ses formes. L'étude s'attachera à questionner certains phénomènes concernant la ressource spectre/orbite : l'exercice de la gouvernance actuelle relative à cette ressource consacre-t-elle un recul de la place des États ? Dans une certaine mesure, cette gouvernance échappe-t-elle aux États qui en sont pourtant à l'origine ? Quelles sont les stratégies de contournement développées

32. Par exemple, le règlement des radiocommunications est régulièrement révisé à la suite des conférences mondiales des radiocommunications, organisées tous les trois à quatre ans. Une version 2024 est disponible.

33. Cela renvoie à une littérature en science politique sur la question de la dépolitisation des relations internationales par l'entremise des organisations internationales. Lire à cet effet : Franck Petiteville, « Les organisations internationales dépolitisent-elles les relations internationales ? », *Gouvernement et action publique*, vol. 5, 2016, Presses de Sciences Po, p. 113-129.

34. Bandes pour le déploiement de la 5G, pour le transport intelligent, fréquences pour des stations placées sur des plateformes à haute altitude, spectre pour les communications lunaires futures... « Résultats de la Conférence mondiale des radiocommunications de 2023 », *ITU News Magazine*, 01, 2024, p. 33.

par les acteurs privés pour limiter les contraintes liées à la gouvernance actuelle ?

Dans un premier temps, l'étude vise à faire le point sur le fonctionnement actuel de l'UIT qui, bien que mise au défi par les développements récents du secteur, reste un lieu de passage obligé pour tous les acteurs privés porteurs – par l'intermédiaire d'un État – d'un projet spatial. Dans un deuxième temps, l'étude s'attache à analyser la manière dont l'accès à la ressource spectre/orbite, rare, entretient des phénomènes de spéculations, de marchandisation et de stratégies de contournement de la part de certains États et d'opérateurs privés. Enfin, la dernière partie analyse la convoitise des acteurs privés vis-à-vis des bandes de fréquences d'intérêt militaire, jugées « sous-utilisées », et ses conséquences pour les armées.

I. L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS (UIT), AGENCE DES NATIONS UNIES EN CHARGE DE LA RÉGULATION INTERNATIONALE DE LA RESSOURCE SPECTRALE

LES INSTRUMENTS DE L'UIT ET LE DROIT INTERNATIONAL PUBLIC

Instruments

Les instruments de l'UIT sont détaillés à l'article 4 de sa Constitution. Il s'agit de la Constitution, de la Convention et des règlements administratifs. Ces instruments fondamentaux de l'Union ont valeur de traités et l'application est obligatoire pour les États membres. Parmi les règlements administratifs, se trouvent le règlement des radiocommunications (RR), un traité international datant de 1906 et signé par 194 États, qui régit l'utilisation du spectre des fréquences radioélectriques et des orbites de satellites géostationnaires et non géostationnaires, et le règlement des télécommunications internationales (RTI) qui est un traité international entré en vigueur en 1990 et signé par 89 pays¹. L'objectif principal de la Constitution de l'UIT est de « maintenir et d'étendre la coopération internationale entre tous ses États membres pour l'amélioration et l'emploi rationnel des télécommunications de toutes sortes² ».

Tous les quatre à cinq ans, l'UIT organise la Conférence mondiale des radiocommunications (CMR) dont la dernière en date a eu lieu en décembre 2023 à Dubaï, aux Émirats arabes unis. La CMR permet aux États membres de l'UIT de se rassembler afin de mettre à jour le RR et éventuellement de régler certains litiges non résolus de manière bilatérale entre États. Elle est à distinguer de la Conférence

1. Pour plus de détails sur le contenu du RTI, consulter [Règlement des télécommunications internationales \(RTI\) \(itu.int\)](#)

2. [Constitution de l'Union internationale des télécommunications](#), chapitre I, article 1, 1a).

des plénipotentiaires – l'organe décisionnel de l'Union qui se réunit tous les quatre ans – au cours de laquelle les 194 États membres définissent le plan stratégique et financier de l'organisation.

Le droit international des télécommunications

Dans le cadre du droit international des télécommunications, deux modes opératoires sont mis en place afin de gérer la ressource spectre/orbite : le système du « premier arrivé, premier servi » et celui de la planification *a priori*³.

Dans le premier cas, l'enjeu est d'occuper un couple spectre/orbite le plus rapidement possible, et de faire valoir son antériorité dans le temps grâce à la date de dépôt du dossier à l'UIT. L'ordre de priorité fait foi. Le « système s'accommodait en fait d'une situation de "relative abondance". Mais dès lors qu'on s'est trouvé en situation de pénurie [...], la méthode s'est faite plus autoritaire [...]»⁴. Ce système prévaut toujours mais a été contrebalancé par une distribution automatique, jugée équitable, des ressources spectres/orbites pour tous les États du monde. Il s'agit de la planification *a priori*. Elle consiste à établir « des plans de fréquences et de positions orbitales [...] afin de réserver la ressource jumelle aux fins d'utilisation future par tous les pays, surtout ceux qui n'ont pas la capacité actuelle d'utiliser les ressources de l'espace⁵ ». Cette distribution équitable faite *de facto* n'empêche pas les États de demander les mêmes couples spectre/orbite. Néanmoins, il existe un consensus mondial pour faire en sorte que le jour où l'État souhaite réaliser un projet sur son couple pré-attribué par l'UIT, il en ait la primeur. Cette disposition a pour objectif de permettre aux États n'ayant pas les

3. Laurence Ravillon, « Les orbites et les fréquences dans une UIT mutante », dans Mireille Couston (dir.), *Orbites et fréquences – Statut, répartition et régime juridique – Journée d'études de la Commission spatiale*, Société française de droit aérien et spatial, Paris, A. Pedone, 2006.

4. Simone Courteix, « La Conférence administrative mondiale des télécommunications de 1979 et le nouvel ordre juridique de l'éther », *Annuaire français de droit international*, 26, 1980, p. 625-647.

5. Laurence Ravillon, « Les orbites et les fréquences », *op. cit.*, p. 22.

moyens de réaliser un projet satellitaire actuellement de disposer tout de même de ressources spectrales lorsqu'ils auront l'ambition et les moyens de se doter d'une telle capacité.

Le Traité de l'espace

En son article I, le Traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, communément appelé le Traité de l'espace⁶ considère que « l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, peut être exploré et utilisé librement par tous les États sans aucune discrimination, dans des conditions d'égalité et conformément au droit international, toutes les régions des corps célestes devant être librement accessibles ». Cette liberté d'accès à l'espace ne peut pas être considérée comme un blanc-seing pour son appropriation. À cet effet, il est fondamental de prendre en compte l'article II du Traité de l'espace, à savoir : « L'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, ne peuvent faire l'objet d'appropriation nationale par proclamation de souveraineté, ni par voie d'utilisation ou d'occupation, ni par aucun autre moyen. » L'esprit de cet article permet davantage de penser l'espace comme un *res communis* (ressource ni appropriée, ni appropriable) plutôt qu'un *res nullius* (ressources non appropriées mais appropriables dont on peut faire commerce)⁷. Comme le note Laurence Ravillon : « L'inadéquation du terme "national" est manifeste puisqu'une interprétation littérale de cette disposition laisserait penser qu'elle est destinée aux États seuls, alors que l'esprit du Traité nous convainc du contraire et qu'il ne fait aucun doute que les entités privées et les organisations internationales ne peuvent disposer de pouvoirs excédant ceux des États⁸. »

6. Traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace, déjà cité, p. 205.

7. Laurence Ravillon, « Les orbites et les fréquences », *op. cit.*, p. 29.

8. *Ibid.*, p. 21.

Malgré les dispositions juridiques censées protéger l'espace extra-atmosphérique de sa marchandisation, il est indéniable que ce milieu fait l'objet de pratiques de prédation de la part d'acteurs privés. Cela n'est pas un phénomène nouveau mais l'essor des constellations et méga-constellations en orbite basse a accéléré et généralisé ce phénomène. Ce qui peut être interprété par certains comme une occupation orbitale est complété par une occupation spectrale.

LA RÉSERVATION DE COUPLES SPECTRE/ORBITE

Avant de pouvoir analyser les stratégies de contournement développées par certains acteurs privés, il est essentiel de comprendre comment fonctionne l'UIT. Le processus à suivre par les États est rythmé par des étapes de procédures obligatoires sur une durée de temps donné. Ces éléments doivent être décrits car ils permettent de saisir comment les opérateurs privés « jouent » avec ces règles.

Processus et procédure

Lorsque l'on souhaite placer un ou des satellites en orbite, il est obligatoire pour les États parties d'en demander la validation technique à l'UIT en charge de l'attribution des fréquences radioélectriques et des orbites de satellites. L'ensemble des États se conforment à cette règle bien que l'organisation ne soit dotée d'aucun pouvoir de sanctions. L'UIT leur permet de disposer d'un interlocuteur pouvant être un médiateur lorsqu'ils sont en opposition. Seuls les États parties au traité⁹ peuvent effectuer une réservation de couple ou *filings* auprès de l'UIT, c'est-à-dire une ou des fréquences et une ou des positions dans l'espace. Ainsi, les acteurs privés ne sont pas autorisés, en leur nom propre, à le faire. Au sein de chaque État, une administration nationale a la charge de déposer la demande de réservation au

nom du demandeur institutionnel ou privé. En France, il s'agit de l'Agence nationale des fréquences (ANFR). L'agence nationale dédiée aux fréquences dépose alors auprès de l'UIT une demande de réservation de *filings* au profit d'un projet de type gouvernemental, étatique ou privé. Cette agence nationale le fait au nom du pays auquel elle appartient. Le projet peut également émaner d'une entité qui n'est pas de la même nationalité que l'administration sollicitée. Une entreprise privée peut faire une demande de réservation de couple auprès de n'importe quelle administration gouvernementale dans le monde à condition bien sûr que cette dernière accepte de le faire.

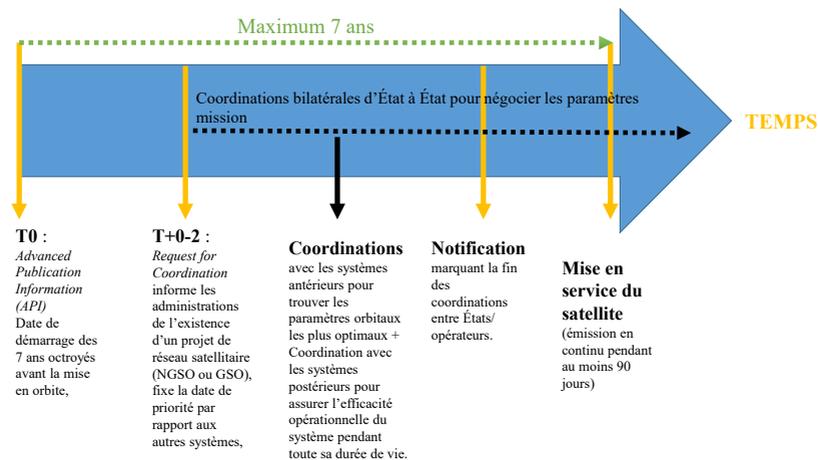
L'UIT vérifie la faisabilité technique du projet au regard des activités spatiales déjà présentes ou en projet, et dont le dossier a déjà été déposé par un ou plusieurs autres États. Le passage par l'UIT permet également d'informer tous les autres utilisateurs ou futurs utilisateurs de *filings* d'un nouveau projet (c'est l'*Advance publication information* ou API). Pendant cette période, tous les États souhaitant se coordonner avec ce nouveau projet doivent en faire la demande. Une fois la liste des États établie, le temps est à la coordination (*Coordination Request*) avec les projets qui existent déjà (qui bénéficient d'une date de dépôt de la demande plus ancienne) et avec tous les États qui auront demandé à se coordonner pour d'autres raisons¹⁰. Le but de la coordination entre États est d'éviter toute interférence entre systèmes. À partir de l'API, le projet est daté. Cette date permettra à l'agence nationale (et donc au demandeur initial) de revendiquer une priorité sur un autre projet demandant les mêmes réservations de *filings* mais qui serait déposé ultérieurement à l'UIT. Enfin, à partir de cette date, l'opérateur, au travers de l'État, dispose de sept ans pour mettre en orbite son satellite (Figure 1). S'il n'a pas la capacité de mettre en orbite son satellite dans le délai imparti, il perd le bénéfice de sa réservation.

9. Le Règlement des radiocommunications.

10. Par exemple, parce qu'ils possèdent des antennes au sol pouvant interférer avec les liaisons satellitaires du projet en question.

Figure 1

Étapes de la vie d'une réservation de couple spectre/orbite ou *filing*



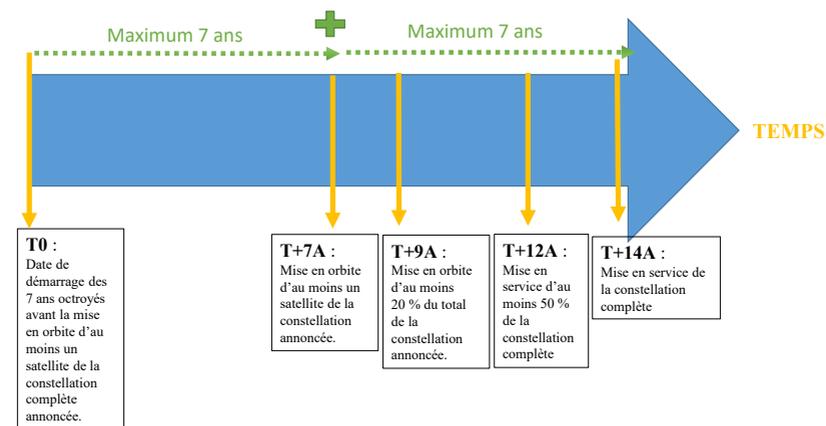
Il est à noter cependant que le principe de non-appropriation (article II du Traité de l'espace) s'applique également aux réservations de couples. Cela signifie qu'officiellement aucune position n'appartient à aucun État. Dans les faits, un État peut déposer un dossier pour réserver des *filings* déjà « attribués » à un autre État. C'est alors le principe de coordination qui prévaut entre les parties impliquées. Généralement, les parties parviennent à un accord. Ce dernier est principalement motivé par le fait que sans accord, les systèmes se gênent par des interférences mutuelles. Ils sont rendus inutilisables et donc non rentables. Les opérateurs des satellites en orbite géostationnaire parviennent donc à conclure des accords pour que leurs systèmes puissent cohabiter sans se gêner.

Le phénomène des constellations et notamment des méga-constellations a complexifié le travail de l'UIT. La procédure n'est pas modifiée pour ce qui concerne la demande initiale de réservations de couples. Néanmoins, lors de la Conférence mondiale des radiocommunications de 2019, les États ont décidé que ce qui était valable pour un satellite géostationnaire n'était plus suffisant pour une constellation en orbite basse. Ainsi, il ne suffit plus d'envoyer un seul satellite NGSO dans les sept ans impartis

pour obtenir le bénéfice de toutes les réservations demandées. Ces dernières peuvent représenter des milliers voire des dizaines de milliers de positions, selon des plans orbitaux et des altitudes différentes. Il faut à présent que les opérateurs mettent en orbite un premier satellite dans les sept premières années, puis 20 % de la constellation théorique dans les deux ans qui suivent, puis 50 % dans les cinq ans et 100 % dans les sept ans. Par conséquent, l'opérateur/l'État a au maximum sept ans pour mettre en orbite le premier satellite puis sept autres années pour la constellation complète, soit quatorze ans après la déclaration initiale (Figure 2). À défaut, toute assignation de fréquence qui n'est pas mise en service dans le délai requis est annulée par l'UIT (article 11.44 du RR).

Figure 2

Étapes de la vie d'une réservation de couple spectre/orbite ou *filing* pour une constellation en orbite basse



La place des acteurs privés au sein de l'UIT

« L'UIT est une des seules institutions des Nations unies où l'on croise beaucoup d'industriels¹¹. » Et pour cause, l'UIT est l'unique agence des Nations unies ouverte à l'adhésion du

11. Entretien à l'Agence nationale des fréquences (ANFR), 19 novembre 2024.

secteur privé ainsi qu'à d'autres organisations non gouvernementales (universités, instituts, organisations régionales...). Si l'accueil des acteurs non étatiques n'est pas une nouveauté pour l'agence¹², ces derniers étaient, avant la réforme des années 1990, cantonnés à des comités consultatifs gérés par les États. La réforme a créé les trois secteurs de l'UIT, à savoir les radiocommunications (ITU-R), la normalisation des télécommunications (ITU-T) et le développement des télécommunications (ITU-D)¹³, ainsi que le secrétariat général. C'est lors de ces évolutions organisationnelles que l'expression de « membres des secteurs » a été créée pour désigner les acteurs privés au sein de l'UIT. La Convention et la Constitution distinguent donc les « États membres » des « membres des secteurs », la Constitution soulignant que l'UIT a pour objet de « favoriser une coopération et un partenariat fructueux et constructif¹⁴ » entre eux. Ce changement intervenu au cours des années 1990 est considéré par l'UIT comme étant davantage d'ordre « terminologique » que « structurel »¹⁵. En d'autres termes, cela n'a pas profondément modifié la physionomie de l'Union qui accueillait déjà en son sein des acteurs privés.

Par ailleurs, il existe le statut d'« associés » pour des acteurs non étatiques souhaitant une moindre participation à l'UIT, laquelle est permise par une contribution financière réduite. Avec la réforme, les membres des secteurs payent leur adhésion au sein d'un, de deux ou des trois secteurs mentionnés précédemment. L'UIT a ainsi diversifié quelque peu ses sources de revenus grâce à ces nouveaux contributeurs financiers. Si le nombre de membres étatiques est relativement stable depuis vingt ans¹⁶

12. Le plus ancien membre non étatique, de ce qui n'était pas encore l'UIT, et qui est toujours membre aujourd'hui est l'International Radio Union, qui a rejoint l'organisation en 1925.

13. Le détail de chaque secteur est disponible sur le site de l'UIT, [ITU's growing and evolving membership](#).

14. [Constitution de l'Union internationale des télécommunications](#), déjà citée, chapitre I, article 1, 8 f).

15. Entretien avec un membre de l'UIT, 27 janvier 2025.

16. Les Palaos sont le dernier État à avoir rejoint l'UIT en 2024.

(194 membres actuellement), le nombre des adhésions aux trois secteurs a augmenté, passant de 934 en 2010 à 1 340 en décembre 2024¹⁷. Cette augmentation serait due essentiellement à une « diversification des télécommunications¹⁸ », et plus généralement à une évolution des technologies et de leurs utilisations. De plus, la réforme des années 1990 a également créé un secteur nouveau, celui du développement, qui attire des membres non étatiques issus de ce secteur d'activités.

L'UIT fait donc face à une relative augmentation du nombre d'adhésions. Cette augmentation peut entraîner des conséquences en matière de coûts de fonctionnement alors que son budget reste stable.

LE BUDGET DE L'UNION

La part des États membres

Paradoxalement, même si l'UIT voit son nombre d'adhésions en hausse, son budget n'a pas véritablement augmenté au cours des années. Chaque État participe au budget de l'Union en se fondant sur une valeur fixe inscrite dans la Constitution de l'UIT, l'« unité contributive », qui permet de calculer le montant des adhésions des uns et des autres. L'unité contributive est la contribution obligatoire minimum que les États doivent fournir à l'Union. Elle correspond à 318 000 francs suisses par an¹⁹. Cette valeur est gelée depuis 2006 malgré l'augmentation des salaires au sein de l'UIT²⁰. À cette unité contributive, s'ajoutent des contributions volontaires. Celle de la France s'élève à 6,3 millions de

17. Pour un total de 1 003 membres des secteurs. Entretien avec un membre de l'UIT, 27 janvier 2025.

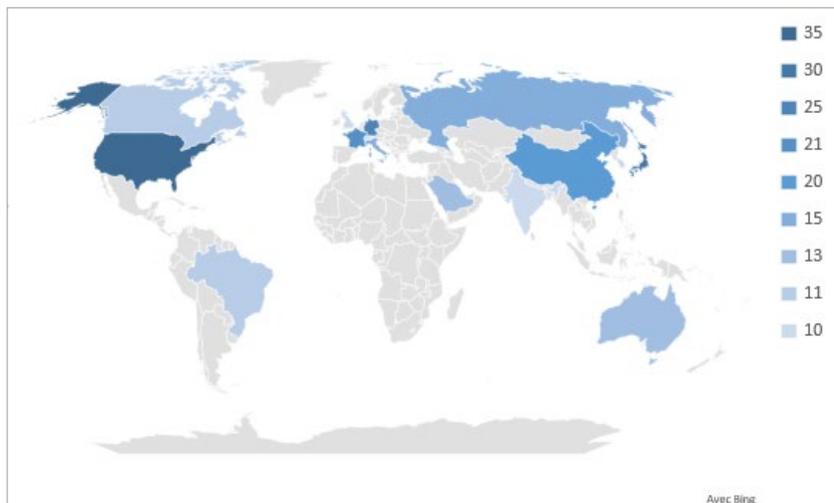
18. Par exemple avec les *towers companies* auparavant intégrées aux opérateurs mobiles, les équipementiers radio, le secteur numérique...

19. Soit environ 337 110 euros.

20. Les États se sont jusqu'ici opposés à une augmentation de l'unité contributive. Cependant la grille de salaires de l'UIT est décidée par le système commun des Nations unies, qui a augmenté avec l'inflation.

francs suisses²¹, soit 21 unités contributives. En 2024, les quatre principaux contributeurs étatiques de l'UIT étaient les États-Unis (35 unités), le Japon (30 unités), l'Allemagne (25 unités) et la France (21 unités) (Figure 3). De plus, les 10 principaux États contributeurs financent à hauteur de 54 % du budget global. Les 46 % restants sont financés par les 184 États restants (Figure 4).

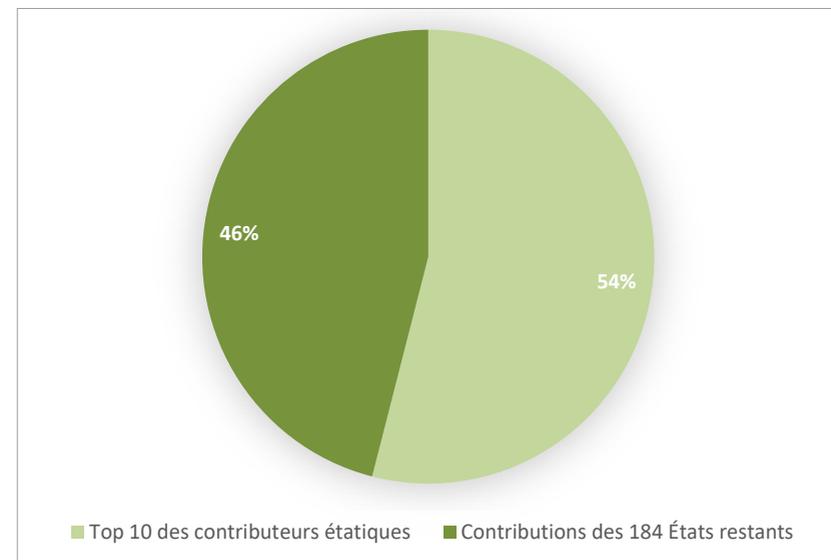
Figure 3
Quinze principaux États membres contributeurs à l'UIT, en unités contributives, en 2024



Source des données : UIT.

21. Entretien à l'ANFR, novembre 2024.

Figure 4
Répartition des frais d'adhésion des États membres en 2024



Source des données : UIT.

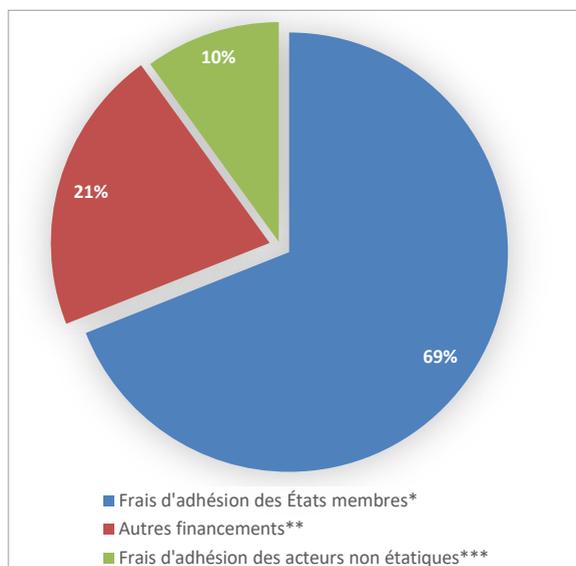
La part des acteurs privés

Les membres des secteurs, eux, doivent verser une adhésion qui représente 1/5^e d'une unité contributive soit 63 600 francs suisses pour être membres de plein droit. Cette contribution financière limitée des acteurs privés était, au départ, due à une volonté des États de ne pas leur donner trop de poids, et donc de pouvoir, au sein de l'organisation. Néanmoins l'effet escompté n'est pas celui espéré par les États, car « l'influence qu'ils ont est fondée sur les droits qu'ils ont obtenus, pas sur leur contribution financière²² ». Les membres des secteurs peuvent tout de même décider de contribuer davantage, mais ils n'y sont pas incités car cela n'ouvre pas de droits supplémentaires. L'Union est donc, budgétairement parlant, dans une situation inconfortable. D'ailleurs,

22. Entretien avec un membre de l'UIT, 27 janvier 2025.

lors de la précédente Conférence mondiale des radiocommunications, les Émirats arabes unis, qui accueilleraient l'événement, ont annoncé verser un fonds supplémentaire de 1,9 million de dollars au budget de l'UIT²³. La prochaine conférence des plénipotentiaires se tiendra au Qatar en novembre 2026. Elle pourrait décider d'une augmentation de la valeur de l'unité contributive, sans pour autant modifier le ratio vis-à-vis des membres des secteurs. En 2024, la part des acteurs non étatiques ne représentait que 10 % du budget total de l'UIT (Figure 5).

Figure 5
Origine du budget 2024 de l'UIT
100% = 165M CHF = 190M \$



Source des données : UIT

* 194 États membres

** Vente des publications de l'UIT, frais liés à l'enregistrement des demandes de fréquences...

*** Acteurs privés, organisations régionales et internationales, universités

23. « [UAE contribution to enhance global frequency management](#) », ITU, 17 juin 2024.

Les États qui financent le plus l'UIT ont-ils plus d'influence ?

Il est légitime de se poser la question de savoir si un membre étatique qui contribue fortement au budget a, « en retour », une influence accrue au sein de l'institution. Cette question a été l'objet d'un rapport d'information du Sénat français en date du 26 janvier 2022²⁴. Parmi la liste des organisations internationales passées en revue par les rapporteurs, l'UIT a été identifiée. Elle est considérée, comme d'autres, comme une organisation où la recherche d'influence présente un caractère stratégique, du fait de son rôle dans la production des normes²⁵. Le rapport note que la Chine a augmenté le montant de ses contributions volontaires à l'UIT d'environ 60 % chaque année pendant sept ans (de 2013 à 2020). L'interprétation qui en est déduite est que « le fait que l'UIT soit une des enceintes de définition des standards internationaux en matière de télécommunications n'est probablement pas fortuite²⁶ ». À l'inverse, sur la même période, la France s'est désengagée financièrement de l'UIT (- 20 % par an en moyenne). Les rapporteurs concluent à une perte d'influence de la France au sein de cette organisation définie selon eux comme stratégique²⁷ (Figure 6).

Selon l'UIT, la hausse des contributions volontaires relève davantage pour un État « d'un effort de visibilité que d'influence²⁸ ». Toujours selon l'UIT, un pays qui souhaite être, de manière générale, plus influent au sein de l'Union renforce d'abord ses équipes techniques nationales afin d'être présent à plus de réunions. Néanmoins, si le niveau de contribution financière est inférieur au niveau de participation aux réunions, ce sont généralement ceux qui contribuent le plus financièrement

24. [Contributions financières : mieux assurer la place de la France dans le multilatéralisme](#). Rapport d'information n° 392 (2021-2022) de MM. Vincent Delahaye et Rémi Féraud, fait au nom de la commission des finances du Sénat, déposé le 26 janvier 2022.

25. *Ibid.*, p. 52.

26. *Ibid.*, p. 64.

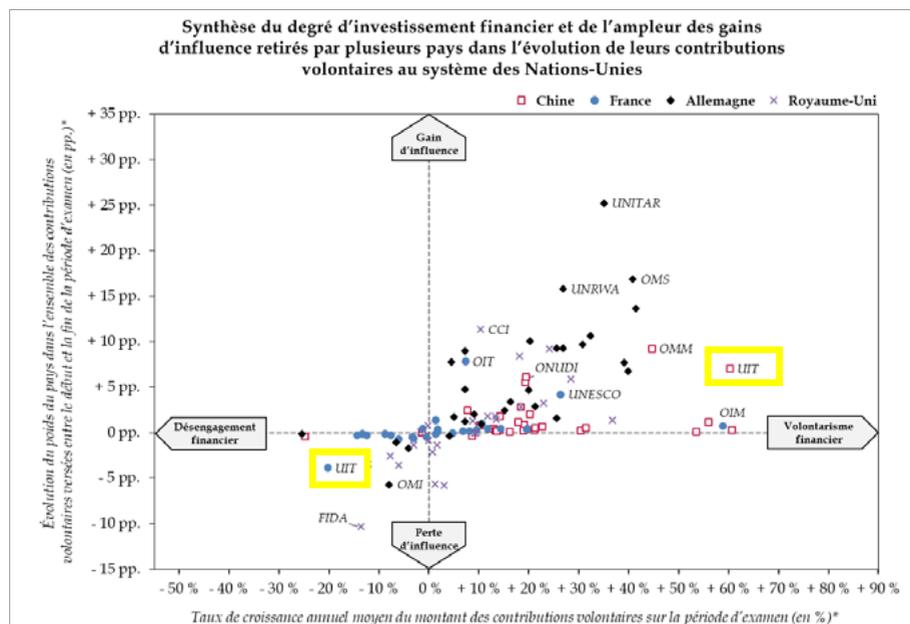
27. *Ibid.*, p. 65.

28. Entretien avec un membre de l'UIT, 27 janvier 2025.

qui influencent la décision lors de la recherche d'un compromis²⁹. En effet, la discussion permet certes à l'ensemble des États de se prononcer sur un pied d'égalité eu égard au fonctionnement de l'UIT, mais il n'est pas rare que les représentants des administrations nationales qui contribuent le plus fortement au budget de l'agence pèsent de tout leur poids pour trouver un compromis. De manière implicite, ils font comprendre aux plus « petits » contributeurs qu'il est temps qu'un accord soit trouvé³⁰. L'influence s'exerce donc par des contributions financières majeures et une présence proportionnelle aux réunions de l'Union.

Figure 6

Diagramme extrait du rapport d'information du Sénat n° 392 (2021-2022)



29. Ibid.

30. Cette information ressort des entretiens menés par l'auteurice de cette étude.

II. LA RESSOURCE SPECTRALE : UNE RESSOURCE CONVOITÉE ET MARCHANDÉE

L'EFFET DE LA LIBÉRALISATION DU SECTEUR DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Les décisions de quasi-privatisation des trois principales organisations intergouvernementales exploitant les télécommunications par satellites Intelsat, Inmarsat et Eutelsat en 1998 ont amorcé une libéralisation et une déréglementation du secteur¹. Les activités spatiales sont dès lors davantage régies par des impératifs économiques. Reste que le secteur des réseaux de télécommunications satellitaires est également un sujet hautement politique. En effet, détenir son propre service satellitaire de télécommunications permet de s'assurer de ne pas être sous une certaine domination culturelle ni dépendance informationnelle. L'idée que la diffusion de l'information pourrait ignorer les frontières sans subir aucun contrôle quant au contenu n'est pas partagée par tous les pays². Dans le même temps, la convergence des activités spatiales avec celles du numérique ouvre de nouvelles perspectives aux entrepreneurs. Les premiers projets de constellations de satellites fournissant des services de télécommunications en orbite basse se concrétisent (service de messagerie - Orbcomm, services de téléphonie - Iridium/Motorola, Globalstar). À la fin des années 1990, les systèmes Teledesic (projet américain en bande Ka financé par Bill Gates) et Skybridge (projet européen en bande Ku financé entre autres par Alcatel)

1. Déjà, en 1984, sous la présidence de Reagan, les États-Unis ont introduit la concurrence dans les télécommunications spatiales internationales en autorisant les sociétés américaines à créer des systèmes privés distincts du système global Intelsat, doté jusqu'alors du monopole. Anne-Marie Malavialle, « Les télécommunications spatiales. Vers un marché mondialisé et libéralisé sous contrôle des États », dans Anne-Marie Malavialle, Xavier Pasco, Isabelle Sourbès-Verger, *Espace et puissance*, Paris, Ellipses, 1999, p. 133.

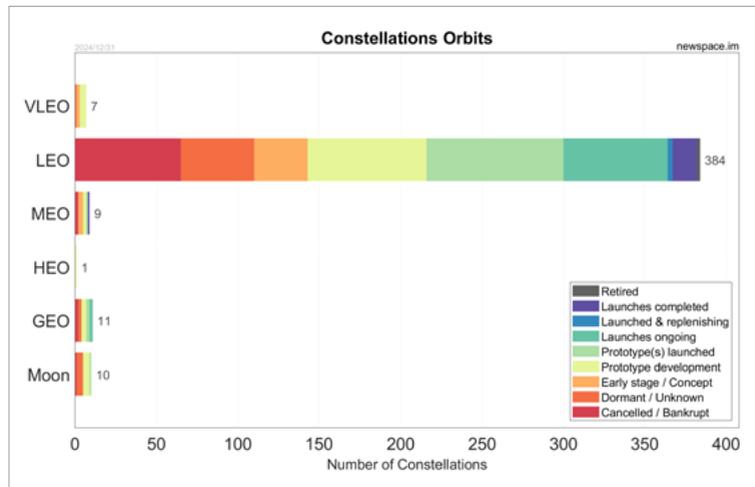
2. Xavier Pasco, « Political Issues of Satellite Telecommunications », dans Guilhem Penent (dir.), *Governing the Geostationary Orbit. Orbital Slots and Spectrum Use in an Era of Interference*, Note de l'IFRI, janvier 2014, p. 19.

prévoient d'utiliser une constellation de satellites en orbite basse afin de fournir de l'internet haut débit partout dans le monde. Ces deux projets n'ont jamais vu le jour car à l'époque l'existence d'un marché suffisant n'a pu être démontrée³. L'évolution des technologies et le « modèle SpaceX/Starlink » aidant, de nouveaux projets émergent (Figure 7).

L'utilisation de l'espace pourrait ainsi aujourd'hui devenir rentable aux yeux de certains entrepreneurs privés. Si le secteur des télécommunications spatiales n'est pas le seul concerné, c'est dans celui-ci que le nombre de satellites constituant une constellation est le plus important. Aujourd'hui, le secteur du *space-as-a-service* est vu comme un domaine d'investissement presque comme un autre et un lieu de compétition économique. La constellation Starlink de SpaceX en est l'archétype (Figure 8).

Figure 7

Nombre de constellations par type d'orbite au 30 octobre 2024

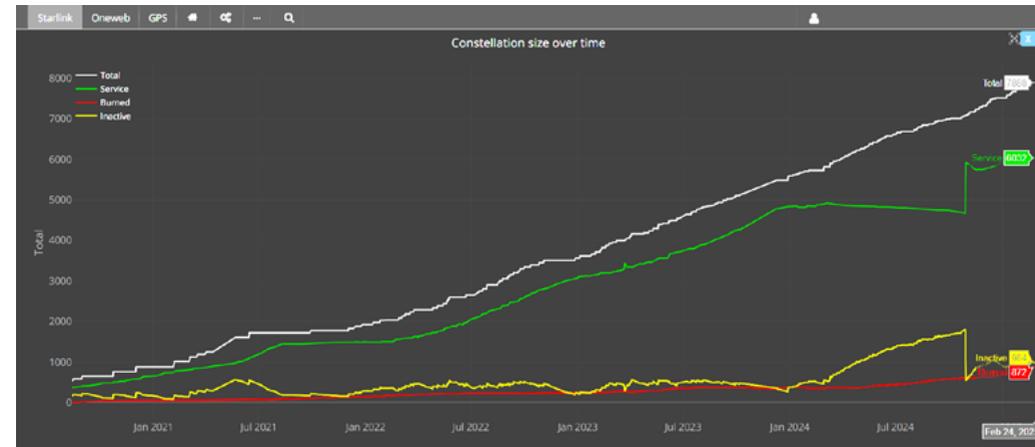


[Satellite Constellations - NewSpace Index.](#)

3. « [Satellites : Alcatel gèle son projet de constellation Skybridge](#) », *Les Échos*, 2 janvier 2022.

Figure 8

État de la constellation Starlink de SpaceX au 24 février 2025



[Constellation starlink - current positions \(satellitemap.space\).](#)

On constate alors que des stratégies de contournement développées dès les années 1990 par certains acteurs privés à l'encontre des réservations de couples en orbite géostationnaire s'appliquent aux orbites basses.

LA MARCHANDISATION DES FRÉQUENCES ET DES POSITIONS ORBITALES

« Les positions orbitales, ressources limitées, sont devenues des marchandises⁴. » Pour rappel, les acteurs privés ne peuvent pas, en leur nom propre, déposer de demandes de réservations de fréquences à l'UIT. *Via* son agence nationale, l'État peut ainsi exercer un contrôle sur les demandes de réservations qui lui sont soumises. La nature et le degré de ce contrôle sont précisés dans les lois nationales portant sur les radiofréquences. Il en existe une grande diversité d'un État à un autre. Certaines ouvrent parfois la voie à des pratiques favorisant la marchandisation de la ressource spectrale.

4. Laurence Ravillon, « Les orbites et les fréquences », *op. cit.*, p. 35.

Rôle des critères d'éligibilité inscrits dans les lois nationales

Afin d'encadrer le travail des agences nationales, la plupart des États membres de l'UIT possèdent un cadre juridique national définissant les critères d'autorisation d'une assignation de fréquence. En France, le Code des postes et des communications électroniques liste les critères pouvant mener à un refus d'autorisation⁵. Aucun d'entre eux ne mentionne le fait que le projet doit être économiquement viable. L'absence d'un tel critère permet à des projets peu crédibles d'être néanmoins portés à l'UIT. À l'inverse, la loi britannique demande à l'administration nationale, l'OFCOM⁶, d'évaluer la soutenabilité économique d'un projet satellitaire. L'UIT note que « la majorité des lois nationales dans le monde sont similaires à la loi française⁷ » et que le critère économique n'y apparaît pas. Ainsi l'agence nationale ne peut-elle pas être un garde-fou contre certains projets fantasques. Elle ne peut pas refuser de relayer une demande à l'UIT si tous les critères de la loi sont respectés.

La grande diversité des lois nationales favorise le *forum shopping* de la part des acteurs privés. Il s'agit pour ces derniers de choisir le pays qui portera leur demande à l'UIT en fonction des réglementations nationales.

« Trafic⁸ » de *filings* et utilisation des « pavillons de complaisance »

Même si les acteurs privés sont dans l'obligation de passer par une administration nationale pour que leur projet soit porté à l'UIT, rien ne les oblige à adresser leur projet à l'agence nationale de leur pays d'origine, c'est-à-dire au sein du pays où est établi leur siège social. De son côté, un État peut trouver un intérêt à porter un projet spatial, même si ce dernier a peu de chance de

5. [Code des postes et des communications électroniques](#), titre VIII : Assignations de fréquence relatives aux systèmes satellitaires.

6. <https://www.ofcom.org.uk/>

7. Entretien avec un personnel de l'UIT.

8. Anne-Marie Malavialle, Xavier Pasco, Isabelle Sourbès-Verger, *Espace et puissance*, op. cit. p. 179.

se réaliser. En effet, il est possible que l'aboutissement du projet ne soit pas son but premier. Dans ce cas, les motivations peuvent être d'ordre financier. Cela n'est pas un fait nouveau mais il s'est amplifié aujourd'hui avec l'augmentation du nombre d'acteurs privés⁹.

Dès les années 1990, des acteurs privés se sont adressés à des États complaisants afin de bénéficier de couples dont l'État en question ne faisait pas usage, mais dont il était bénéficiaire en première instance en vertu du partage équitable de la ressource, réalisé par l'UIT (« planification *a priori* », vue plus tôt dans cette étude). À moyen ou long terme, l'État met donc ses *filings* à disposition d'un acteur tiers, contre paiement, engendrant ainsi une monétisation et une marchandisation de ses droits. Le Royaume des Tonga (îles de l'océan Pacifique) est représentatif de cette pratique, lui qui, entre 1988 et 1990, a, *via* son agence nationale des fréquences, Tongasat, soumis à l'UIT un projet d'inscription de seize positions orbitales en orbite géostationnaire au-dessus du Pacifique. L'obtention de ces ressources n'était pas destinée à répondre aux besoins du pays, mais plutôt à la location au plus offrant, ou à la vente à des entités ayant les capacités financières pour en devenir les usagers¹⁰. D'autres États ont suivi cette pratique à l'instar de Gibraltar, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée et des Bermudes¹¹. Cette dérive, qui perdure de nos jours, est illustrée particulièrement par les projets de constellations en orbite basse. Récemment, sous le drapeau du Royaume des Tonga, SpaceX a envoyé une notification en octobre 2023 dans l'objectif de réserver des *filings* (288 plans orbitaux, à des altitudes allant de 350 à 614 km)¹² (Figure 9).

9. Laura Cummings Ross, « “Flagging Out” – The Rise of Non-National Satellite Spectrum Authorizations », 75th International Astronautical Congress (IAC), Milan, Italie, 14-18 octobre 2024.

10. Laurence Ravillon, « Les orbites et les fréquences », op. cit., p. 38.

11. *Ibid.*, p. 38.

12. Peter B. Selding, « [SpaceX files 29,988-satellite W-band network, using Kingdom of Tonga as regulatory home](#) », Space Intel Report, 12 octobre 2023.

Figure 9

Dépôt d'une demande du Royaume des Tonga (TON)
à l'UIT au profit de SpaceX

The screenshot shows the ITU e-Submission of Satellite Network Filings interface. The top navigation bar includes 'Home', 'As-Received', 'Published in BR IFIC', and 'Help'. Below this, there are tabs for 'Published' and 'Comments'. The main content area displays the filing ID 'TON2023-63966' and has 'Details' and 'Frequencies' tabs. The filing details are as follows:

Notice ID	Administration / Network Org.	Satellite Name
123545340	TON	ESIAFI II
Submission Reference Number	Act. Code	Type of Submission
TON2023-63966	A	Advance publication information
Provision	Orbital Position	Reference Body
9.1/A	NGSO	T
Number of Planes	BR registry date	Date of Receipt
288	11.10.2023	11.10.2023
Number of satellites	Short Duration Mission	
29988	NO	
Operating Agency	SPACE EXPLORATION HOLDINGS, LLC	

Source : Site de l'UIT consulté le 23/04/2024.

À noter qu'en février 2022, SpaceX avait déjà établi de bonnes relations avec ce royaume en distribuant gratuitement des terminaux Starlink au lendemain du tsunami qui avait frappé le pays, et endommagé ses câbles sous-marins, notamment celui reliant les Tonga aux îles Fidji¹³. SpaceX apparaît dans la demande de *filings* sous le nom de Space Exploration Holdings, LLC. Il n'est pas en effet obligatoire d'inscrire le véritable nom de la société bénéficiaire dans la demande de *filings*. Cela permet à de nombreux acteurs privés de passer par plusieurs administrations

13. Kirsty Needham, « [Musk's Starlink connects remote Tonga villages still cut off after tsunami](#) », Reuters, 23 février 2022.

(jusqu'à une dizaine) sous des noms de sociétés différentes¹⁴. Il est alors très difficile de savoir qui est derrière un *filing*. Ce qui peut apparaître comme un manque de transparence peut également être compris comme une volonté de la société de ne pas divulguer ses projets aux concurrents potentiels.

« Battre pavillon » tongien permet à SpaceX de bénéficier de réservations de fréquences sous couvert d'un pays qui n'en est pas encore doté. Néanmoins, dans le cas de ce qui s'apparente à des pavillons de complaisance, l'État en question ne bénéficie pas de « retombées » spatiales. En effet, il n'y a ici aucun échange qualitatif entre les deux parties qui pourrait prendre la forme par exemple de l'acquisition de capacités spatiales et/ou de la formation d'une main-d'œuvre locale qualifiée en la matière. Les sociétés privées, en agissant ainsi, pensent gagner du temps en échappant à des procédures bureaucratiques plus lourdes ou à des obligations plus contraignantes dans d'autres pays.

Ce comportement étatique a été théorisé par la notion de « passager clandestin », « ticket gratuit » ou *free rider*¹⁵, qui renvoie à un comportement spécifique qui se développe au cœur de l'action collective visant un bien commun. Le passager clandestin profite des gains que peut lui apporter l'action collective, tout en n'en supportant pas les coûts. Ainsi, tous les pays membres de l'UIT ont les mêmes droits en matière d'attributions de fréquences, ils ne sont pas conditionnés par leur niveau de contribution au budget de l'Union. Cependant ce fonctionnement est dévoyé lorsqu'un « État clandestin » décide de faire commerce de ce qu'il a obtenu gratuitement par l'Union. Bien que reconnaissant l'existence de cette pratique, l'UIT souligne qu'elle reste marginale¹⁶. D'après elle, cette pratique est rare car contre-productive pour les opérateurs qui s'y prêtent. En effet, il s'avère que les « États clandestins » sont incapables de défendre les opérateurs auxquels ils ont concédé des fréquences en cas de

14. Entretien à l'ANFR.

15. Mancur Olson, *The Logic of Collective Action. Public Goods and the Theory of Groups*, Harvard Economic Studies, 1971.

16. Entretien avec un membre de l'UIT, 27 janvier 2025.

différents avec d'autres. Les États « prête-noms » ont généralement peu de compétences et d'expérience en matière de fréquences. Ils peuvent ainsi difficilement défendre les intérêts de l'opérateur lors de discussions. Dans ce cas, il n'est pas rare que les opérateurs privés eux-mêmes deviennent les principaux interlocuteurs des administrations nationales, notamment lors des discussions à des fins de coordination.

La pratique des pavillons de complaisance dans l'espace peut également poser des problèmes en matière de responsabilité juridique. En effet, chaque satellite doit théoriquement être rattaché à un seul État (en vertu du Traité de l'espace et de la Convention sur l'immatriculation des objets lancés dans l'espace extra-atmosphérique¹⁷). Ce rattachement juridique se fait par l'intermédiaire d'une immatriculation post-lancement. Un État doit immatriculer un satellite, comme tout un chacun le fait pour une voiture. Le plus souvent, c'est l'État qui lance le satellite, ou l'État qui va effectivement utiliser le satellite, qui l'immatricule en son nom. Toutefois les opérateurs commerciaux peuvent obtenir, en amont des lancements et des utilisations finales, des réservations de fréquences de la part d'un État tiers qui ne sera pas l'État d'immatriculation. L'État tiers ne sera alors ni l'État de lancement ni l'État utilisateur. Or l'État qui immatricule ou enregistre le satellite exerce sa juridiction et son contrôle sur le système satellitaire dans son ensemble. Il peut arriver qu'un satellite, immatriculé par un pays X, utilise les fréquences d'un pays Y. Comment l'État juridiquement responsable du système peut-il gérer de potentiels problèmes d'interférences, quand la coordination en amont lui a totalement échappé ? En d'autres termes, si l'État d'immatriculation n'a pas porté la demande de réservation de couples auprès de l'UIT, comment peut-il exercer ses obligations ? Laura Cummings Ross met en avant le fait que « [...] *private commercial companies are using foreign jurisdictions to circumvent spectrum authorization*

17. Convention sur l'immatriculation des objets lancés dans l'espace extra-atmosphérique, adoptée par l'Assemblée générale des Nations unies, à New York, le 12 novembre 1974, enregistrée d'office le 15 septembre 1976, RTNU vol. 1023, n° 15020.

*burdens in the State of registry, and thereby creating multiple States that may have "jurisdiction and control" over various parts the same space object*¹⁸ ». Elle en conclut que « [...] *space operators are increasingly "flagging out" satellite spectrum authorizations [...]. Foreign-flagging space object radiocommunications authorization is a true development of "flags of convenience" in space, as operators can use it to avoid stringent "environmental" or operational regulations, similar to maritime flags of convenience*¹⁹ ». Ces stratégies de contournement, de la part de certains acteurs privés avec la complicité de certains États, promettent des imbroglios juridiques.

Parallèlement, certains acteurs privés ne cherchent pas nécessairement à contourner des contraintes liées aux réglementations nationales, ils peuvent trouver d'autres avantages à s'adresser à une administration étrangère.

Des partenariats État-acteur privé gagnant-gagnant ?

À l'inverse des « pavillons de complaisance » qui scellent la collaboration entre un acteur privé avide de bandes de fréquences et un État peu scrupuleux, il existe des accords où l'intérêt mutuel semble être d'ordre spatial. En voici quelques exemples.

Dès 2014, la société Starlink de SpaceX a déposé des réservations *via* l'agence norvégienne des fréquences. La Norvège a pu y

18. « Les entreprises commerciales privées utilisent des juridictions étrangères pour contourner les contraintes liées à l'autorisation des demandes de spectre au sein de l'État d'immatriculation. Ils créent ainsi plusieurs États susceptibles d'exercer une "juridiction et un contrôle" sur différentes parties d'un même objet spatial » [ma traduction] (Laura Cummings Ross, « "Flagging Out" – The Rise of Non-National Satellite Spectrum Authorizations », déjà cité).

19. « Les opérateurs spatiaux recourent de manière croissante à des stratégies de "transfert" des autorisations de spectre satellitaire [...]. Le transfert de l'autorisation de radiocommunication d'objets spatiaux vers des juridictions étrangères s'apparente à une véritable transposition du phénomène des "pavillons de complaisance" dans le domaine spatial. Cette pratique permet aux opérateurs de se soustraire aux obligations environnementales et aux exigences opérationnelles strictes imposées par l'État d'immatriculation, en exploitant des régimes juridiques plus permissifs, à l'image des pratiques observées en droit international maritime » [ma traduction] (*Ibid.*).

voir un investissement économique intéressant et une manière de s'inscrire dans le paysage spatial mondial. Quant à SpaceX, elle y aurait vu un moyen d'accélérer la procédure, jugée trop lente aux États-Unis. En outre, la bureaucratie américaine exigeant que l'opérateur privé dévoile tous les aspects de son projet, cette contrainte peut apparaître comme un désavantage dans un contexte de forte concurrence. Enfin, dernier argument avancé, ces sociétés s'adresseraient à ce type d'États dans le but d'avoir une discussion plus directe avec l'administration nationale. La concurrence y est effectivement faible et l'État est donc plus enclin à défendre les intérêts de l'acteur privé à l'UIT. Cela aurait été le cas de SpaceX dont les intérêts auraient été *a priori* moins pris en compte par la Federal Communications Commission (FCC) américaine²⁰ car s'inscrivant dans un écosystème national très compétitif²¹. Néanmoins, face à la désapprobation de l'administration américaine vis-à-vis de cette méthode contestable, SpaceX a déposé, trois ans plus tard, des demandes de réservations de fréquences auprès de son administration de rattachement aux États-Unis.

Le Rwanda a également effectué une réservation de *filings* enregistrée auprès de l'UIT à partir de 2021. De multiples articles de journaux ont relayé l'information, permettant au Rwanda d'apparaître comme une nation africaine pionnière en la matière²². Cela s'inscrit dans ses ambitions spatiales. Les demandes de réservation du projet initial (appelé « Cinnamon-937 » et « Cinnamon-217 ») laissent penser que plus de 300 000 satellites vont être déployés. Derrière le drapeau rwandais, se trouve en fait la société française E-Space²³. Son directeur général est Greg Wyler, fondateur de 03b [Other 3 billions]²⁴ et dirigeant,

un temps, de la société One Web. L'objectif du projet d'E-Space est de constituer une constellation de satellites de connectivité au profit de l'internet des objets, même si ce projet reste mystérieux²⁵. Comprendre quel projet motive et justifie ces réservations est complexe. La société E-space possède par exemple trois sièges sociaux : un aux États-Unis (Floride), un en France (Toulouse) et un au Rwanda (Kigali)²⁶. De plus, la France (F dans la figure 10) a, en juin 2023, « réalisé des réservations de couples au profit d'E-Space pour une constellation de 116 640 satellites appelée Semaphore-C²⁷ ».

Figure 10

Dépôt d'une demande au nom de la France (F) à l'UIT

F2024-68975			Details	Frequencies
Notice ID	Administration / Network Org.	Satellite Name		
124520160	F	SEMAPHORE		
Submission Reference Number	Act. Code	Type of Submission		
F2024-68975	A	Coordination Request		
Provision	Orbital Position	Reference Body		
9.6	NGSO	T		
Number of Planes	BR registry date	Date of Receipt		
504	05.08.2024	05.08.2024		
Total number of satellites				
75600				
Operating Agency				
E-SPACE				

Site consulté le 28/01/2025.

Le projet s'est concrétisé avec la mise en orbite d'une petite constellation de satellites de connectivité en orbite moyenne. La société a été rachetée par SES, société d'origine luxembourgeoise, en 2016.

25. Jason Rainbow, « [Former SES CEO joins megaconstellation startup E-Space](#) », *Space News*, 10 octobre 2022.

26. E-space, [Fact Sheet](#), 2022.

27. Andrew Falle, Ewan Wright, Aaron Boley, Michael Byers, « [One million \(paper\) satellites](#) », *Science*, 382 (6667), 2023, p. 150-152.

20. Agence américaine équivalente à l'ANFR.

21. Entretien avec un membre de l'UIT, 27 janvier 2025.

22. « Le Rwanda veut acquérir plus de 300 000 satellites », *TechAfrica*, 4 novembre 2021 ; « Starlink is here but Rwanda has bigger ambitions », *Africa Press*, 7 mars 2023 ; Francis Ngabo, « [Rwanda's Emerging Space Sector And Its Global Contributions](#) », *Forbes Africa*, mars 2024.

23. Site internet [E-Space](#).

24. Société créée en 2007 et qui se donnait pour objectif de connecter les « 3 autres milliards » de personnes sur la planète qui étaient privées d'internet.

Figure 11

Dépôt d'une demande au nom du Rwanda (RRW) à l'UIT

The screenshot shows the ITU e-Submission of Satellite Network Filings interface. The header includes the ITU logo and navigation tabs: Home, As-Received, Published in BR IFIC, and Help. Below the header, there are tabs for Published and Comments. The main content area displays the details for filing RRW2023-65264, with sub-tabs for Details and Frequencies. The data is organized into a grid of fields:

Notice ID	Administration / Network Org.	Satellite Name
123520206	RRW	UMUTEKANO-3
Submission Reference Number	Act. Code	Type of Submission
RRW2023-65264	A	Coordination Request
Provision	Orbital Position	Reference Body
9.6	NGSO	T
Number of Planes	BR registry date	Date of Receipt
270	16.12.2023	16.12.2023
Number of satellites		
64800		
Operating Agency	MARVEL SPACE COMMUNICATIONS CO.	

Site consulté le 23/04/2024.

De même, la France a déposé un autre *filing* appelé « Semaphore » en date du 5 août 2024 pour 75 600 satellites théoriques, au profit d'E-Space et couvrant les bandes de fréquences mobiles (Figure 10).

De plus, deux autres réservations de couples ont été faites au nom du Rwanda mais dont l'entité d'exploitation (*Operating Agency*) est la Marvel Space Communications Co., une société liée également à Greg Wyler (Figures 11 et 12).

Figure 12

Dépôt d'une deuxième demande au nom du Rwanda (RRW) à l'UIT

The screenshot shows the ITU e-Submission of Satellite Network Filings interface. The header includes the ITU logo and navigation tabs: Home, As-Received, Published in BR IFIC, and Help. Below the header, there are tabs for Published and Comments. The main content area displays the details for filing RRW2024-67503, with sub-tabs for Details and Frequencies. The data is organized into a grid of fields:

Notice ID	Administration / Network Org.	Satellite Name
124545153	RRW	GUHUZA-1
Submission Reference Number	Act. Code	Type of Submission
RRW2024-67503	M	Advance publication information
Provision	Target Notice ID	Orbital Position
9.1/IA	122545025	NGSO
Reference Body	Number of Planes	BR registry date
T	275	14.05.2024
Date of Receipt	Number of satellites	Short Duration Mission
14.05.2024	64840	NO
Operating Agency	MARVEL SPACE COMMUNICATIONS CO.	

Site consulté le 23/04/2024.

Si le Rwanda se sert de ces coopérations pour revendiquer son nouveau statut de nation spatiale, la France peut y voir d'autres intérêts. En effet, un chef d'entreprise tel que Greg Wyler pourrait faire advenir un projet tel qu'E-Space du fait même de sa capacité à convaincre des investisseurs. L'objectif serait alors d'obtenir, par son intermédiaire, des fonds pour faire fabriquer les satellites, si possible au profit de la base industrielle et technologique de défense (BITD) française. C'est un pari qui peut s'avérer gagnant si effectivement le projet voit le jour. Le contrat doit néanmoins d'être assorti de garanties, telles que celle qui engagera le chef d'entreprise étranger à fabriquer localement, dans le pays qui dépose pour lui les fréquences nécessaires. Une partie des investissements peut également provenir de cet État,

qui considère que le projet remplit des besoins gouvernementaux et/ou militaires²⁸ (qui seront évoqués dans la troisième partie de cette étude).

Les opérateurs privés pratiquent donc le *forum shopping*²⁹. Il s'agit de choisir le pays en fonction des réglementations ou du potentiel à se faire soutenir par l'administration nationale au sein de l'UIT. Cela est « l'équivalent de l'optimisation fiscale³⁰ ». Un même opérateur peut être lié avec une dizaine d'États différents. Certaines entreprises « comme SpaceX [sont considérées comme n'ayant] plus de drapeau³¹ ». La pratique du *forum shopping* s'est généralisée avec l'avènement des constellations en orbite basse. Certaines entreprises, notamment les start-up qui n'ont pas de personnel formé aux affaires réglementaires, font appel à des cabinets de conseil pour effectuer leurs démarches auprès de l'UIT, et être en particulier conseillées sur l'État à cibler pour leurs demandes de *filings*.

Le rôle des cabinets de conseil

La marchandisation de la ressource spectrale passe également par la création de sociétés de conseil, qui se chargent de réaliser les démarches auprès de l'UIT en lieu et place de la société privée. Cette dernière peut, par exemple, être une start-up et ne pas avoir les compétences en interne pour effectuer ce travail, pourtant indispensable à la réussite du projet en question. Une société comme ManSat, créée en 1998 et rebaptisée River Advisers fin 2023, se targue de garantir à ses clients « l'accès aux ressources, aux marchés et aux autorisations réglementaires dont ils ont besoin³² ». Cette société,

28. Entretien à l'ANFR, novembre 2024.

29. *Ibid.*

30. *Ibid.*

31. *Ibid.*

32. Traduction de l'autrice de l'original : « *River Advisers is here to help our clients operate and innovate, by securing access to the resources, markets, and regulatory approvals they need* » (« [Enabling Extraordinary: ManSat rebrands as River Advisers to help space technologies thrive](#) », 3 octobre 2023).

établie sur l'île de Man, peut apparaître avantageuse non seulement en matière de fiscalité, mais également parce que les contraintes à respecter pour le dépôt de *filings* y semblent moins fortes³³. D'autres sociétés de consultance revendiquant une expertise en gestion du spectre existent, telles que RPC Telecommunication Limited et Access Partnership, mais leurs résultats sont aléatoires parce que leurs compétences sont variables³⁴. De plus, il arrive qu'un même cabinet de conseil doive défendre deux clients étatiques, qui s'opposent au sein de l'UIT sur l'attribution de fréquences.

LES CONSÉQUENCES DE CETTE MARCHANDISATION

« Satellites de papier³⁵ » et *over-filing*

Les demandes de réservations de couples analysées précédemment laissent penser que des milliers de satellites vont être mis en orbite. Or ce ne sera pas le cas. Il s'agit là d'une mauvaise interprétation de la base de données de l'UIT, qui indique une estimation du nombre de satellites à partir des demandes de réservations. Néanmoins, à l'ère des grandes constellations, cette indication biaise l'analyse. Les demandes de réservations sont très nombreuses car le projet qui les sous-tend s'avère très peu précis à ce stade du processus. Le programme se précise dans le temps jusqu'à la notification des paramètres finaux. De plus, cette situation, c'est-à-dire l'augmentation artificielle du nombre de satellites dans les *filings*, s'aggrave avec la décision de l'UIT d'appliquer une nouvelle tolérance dans certaines bandes de fréquences (relatives au service fixe, mobile et radiodiffusion). En effet, il est à présent possible d'établir des réservations sous forme

33. L'île de Man dépose des *filings* au nom du Royaume-Uni mais les contraintes imposées par l'OFCOM (équivalent de l'ANFR et de l'ARCEP (Autorité de régulation des communications électroniques en France) semblent moins fortes qu'ailleurs.

34. Entretien à l'ANFR, novembre 2024.

35. Andrew Falle, Ewan Wright, Aaron Boley, Michael Byers, « [One million \(paper\) satellites](#) », art. cité.

de « couches de satellites » à des inter-distances plus proches qu'auparavant. Cela donne lieu à des articles retentissants. Par exemple, Andrew Falle, Ewan Wright, Aaron Boley et Michael Byers ont estimé à plus d'un million le nombre de satellites fictifs ou « de papier » dont les positions orbitales et spectrales ont été notifiées à l'UIT entre le 1^{er} janvier 2017 et le 31 décembre 2022³⁶, pour un total de 300 projets de constellations en orbite non géostationnaire (NGSO). Les acteurs privés et publics n'hésitent pas à demander un grand nombre de réservations sans que le projet satellitaire soit véritablement réfléchi en amont. Ce sont des « tigres de papier³⁷ ». Ces réservations sont autant d'anticipations sur un futur qui peut ne pas se réaliser. Le fait d'indiquer le nombre de satellites dans les réservations étaient plutôt pertinent avant les années 1980 lorsque la pratique des satellites de papier était faible. Souvent, à la réservation demandée était positionné quelques années plus tard un véritable satellite. Ce n'est plus nécessairement le cas aujourd'hui.

Ce biais d'interprétation de la base de données de l'UIT ne doit pas occulter une autre pratique bien réelle, l'*over-filing*, définie en ces termes par l'UIT : « [...] [des] demandes de coordination pour des positions orbitales et des fréquences qui ne sont pas réellement nécessaires, en vue de "réserver" ces positions et ces bandes de fréquences pour une éventuelle utilisation future, ou pour une revente commerciale à un autre utilisateur à une date ultérieure³⁸ ». Ici le but est bien de s'arroger la priorité sur des positions orbitales et spectrales au détriment des autres. Il n'y a même pas un projet flou, il n'y a pas de projet du tout. Cette pratique a émergé avec la libéralisation du secteur des télécommunications. Elle existait donc déjà à l'époque où les satellites en orbite géostationnaire étaient prédominants. Elle s'applique à

présent à l'orbite basse. « À l'époque où les satellites GSO étaient prédominants, il y avait environ un *filing* GEO sur cinq qui était mis en service (qui correspondait à un satellite en orbite). Actuellement pour les systèmes non géostationnaires (NGSO), il y a environ un peu plus d'un système sur quatre, entre 25 et 30 %, qui est mis en service³⁹. » Ainsi, il faut bien comprendre que « la base de données de l'UIT n'a pas vocation à enregistrer des satellites mais le support immatériel qu'ils vont exploiter ». De plus, « ce ne sont pas de vrais projets, il faudra attendre qu'il y ait un client [...] Il faut considérer que toutes les données qui sont dans cette base sont des projets plus ou moins ficelés. Les projets mal ficelés sont des projets purement prospectifs⁴⁰ ». Ces spéculations ont des effets néfastes à plus d'un titre. En effet, elles complexifient la tâche des agents de l'UIT en charge de la conformité technique des projets déposés. Les temps de traitement des dossiers s'allongent en même temps que la charge de travail s'alourdit. Qui plus est, ce travail réalisé est parfois vain car certains projets ne voient jamais le jour. En outre, cela préempte un très grand nombre de positions orbitales et spectrales au profit de peu d'entités⁴¹, et donc au détriment d'un grand nombre. Même si les autres peuvent tout à fait demander les mêmes réservations, les premiers seront prioritaires par rapport aux seconds, car leur demande de réservation est antérieure. Le procédé peut avoir pour objectif d'évincer les concurrents. Enfin, si *in fine* les réservations sont bel et bien occupées par des satellites, ceux-ci participent à la congestion orbitale de l'orbite basse. Dans les deux cas, la pratique s'apparente, d'une certaine façon, à du déni d'accès d'un bien commun, ou encore à un type d'appropriation par voie d'utilisation, interdit par le Traité de l'espace. En effet, bien que l'appropriation soit proscrite juridiquement, et quelle

36. *Ibid.*

37. Union internationale des télécommunications, « [Paper Tigers: The Scramble for Space Spectrum](#) », 2002.

38. Traduction de l'autrice. Version originale : « [...] requests for coordination for orbital positions and frequencies that are not actually needed, with a view to "reserving" those positions and frequency bands for possible future use, or for commercial resale to another user at a later date » (« [Paper Tigers](#) », déjà cité).

39. Entretien avec un personnel de l'UIT.

40. Entretien à l'ANFR, novembre 2024.

41. *Ibid.* Il semblerait que les entités (*Operating Agency*) censées exploiter les vingt plus grandes constellations ont pour origine seulement neuf États différents, et concernent des entreprises, start-up et agences gouvernementales bien établies.

que soit la « méthode » employée⁴², occuper certaines orbites par des milliers de satellites empêchent de fait l'utilisation par les autres. Même si aujourd'hui, il n'existe pas de consensus sur la capacité orbitale maximale de l'espace, il est clair que certaines orbites, plus prisées que d'autres, seront monopolisées par certains. Il est par ailleurs possible de garder des positions orbitales et spectrales sans limite de temps, à la seule condition qu'elles soient effectivement occupées en permanence par des satellites. Certains auteurs ont qualifié ce phénomène de « territorialisation » de l'espace⁴³. En invoquant le terme de territoire, il est possible de lui appliquer des logiques « terriennes ». Le déni d'accès dans l'espace se caractériserait par l'inaccessibilité (technique) de fait de certaines orbites.

Ce qui alimente cette spéculation est sans aucun doute ce système de l'UIT fondé sur la date de dépôt de la demande de réservation. La date est devenue pour les acteurs privés notamment « le paramètre qui permet d'aller voir des investisseurs⁴⁴ », au premier rang desquels les banques. Le système « donne une irrésistible envie de déposer des *filings* très tôt, même s'il n'y a aucun projet (encore) tangible derrière », mais permet en revanche de prospecter quand ils sont dans une position avantageuse, c'est-à-dire quand il n'y a pas d'autres *filings* concurrents antérieurs à celui que l'on souhaite monnayer contre investissements. « La valeur de l'actif est lié à la date. » « Quand tu es à six mois de la date de l'expiration de ton *filing*, tous ceux qui étaient avant toi ont disparu s'ils n'ont pas réussi [à trouver des clients/investisseurs pour leur projet]. Il faut trouver un client à ce moment-là. » En effet, si l'acteur privé prospecte une fois qu'il a fait la demande de *filings* mais qu'il y a dix projets similaires avant lui, le client

42. L'article II du Traité de l'espace stipule : « L'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, ne peut faire l'objet d'appropriation nationale par proclamation de souveraineté, ni par voie d'utilisation ou d'occupation, ni par aucun autre moyen » (Traité sur les principes régissant les activités des États..., déjà cité).

43. Xavier Pasco, « L'espace extra-atmosphérique : un espace commun en voie de privatisation ? », *Stratégique*, 123, 2019/3, p. 215-223.

44. Entretien à l'ANFR.

ira voir celui qui a des *filings* devant les autres, celui qui n'a plus à se coordonner avec les autres, ou en tout cas celui qui est prioritaire sur les réservations qui ont été faites après lui. Dans ce système, « plus tu avances dans le temps, plus tu prends de la valeur [...], c'est une mécanique infernale⁴⁵ ». Le processus temporel de réservations de fréquences au sein de l'UIT favorise la spéculation. La date de dépôt d'une demande se transforme en valeur, qui augmente avec le temps, mais qui est réduite à néant au bout de sept ans, durée maximale autorisée par l'UIT pour mettre le satellite prévu en orbite.

Par ailleurs, les acteurs privés sont parfois prêts à tout pour maintenir leurs réservations de fréquences. Dès les années 1990, l'orbite géostationnaire fait l'objet de stratégies de contournement de la part des États. Ainsi, pour éviter de laisser libre un *filing*, par exemple lorsqu'un satellite en orbite est en fin de vie opérationnelle, mais que son « remplaçant » n'est pas encore mis en orbite, certains États peuvent occuper la place avec un satellite « factice ». Ce dernier, qui n'est pas le satellite opérationnel prévu pour être là, peut être d'une autre nationalité. Certaines sociétés se sont même spécialisées dans ce secteur d'activités, pour occuper, d'après le règlement des radiocommunications, la position orbitale pendant 90 jours consécutifs, ce qui permet de bénéficier d'un délai de trois ans supplémentaires (article 11.49.1 du RR), pour placer le « vrai » nouveau satellite à cette même position. Pendant ces trois années, les assignations de fréquences pour cette même position sont suspendues pour les autres États. Aujourd'hui, ce contournement est également pratiqué en orbite basse, le plus souvent à l'aide d'un *cubesat*, notamment lorsque l'opérateur est dans l'incapacité de lancer le satellite prévu avant les sept années octroyées par l'UIT. Ainsi la réservation de fréquences est-elle validée comme étant bien occupée.

Par conséquent, la réglementation de l'UIT tend à être utilisée dans le but de commercialiser la ressource spectrale. Or celle-ci relève du *res communis*, ce qui semble alors contraire à l'esprit

45. *Ibid.*

et la lettre du Traité de l'espace⁴⁶. En disposant de ces *filings*, les acteurs privés peuvent effectuer des levées de fonds importantes en vue de la réalisation d'une hypothétique méga-constellation. Certaines entreprises se constituent de véritables « entrepôts du spectre » en attendant la réalisation de futurs projets lorsque la technologie le permettra, lorsque les fonds nécessaires seront réunis ou encore lorsque de nouveaux besoins émergeront⁴⁷. Certains auteurs dénoncent cette mentalité de « ruée vers l'or⁴⁸ » de la part des entreprises, et cela depuis les années 1990. S'opère ainsi un glissement du *res communis* au *res nullius*, qui est encouragé par les ambitions et projets politiques de certains États, au premier rang desquels les États-Unis. Ces abus du système onusien de l'UIT semblent faire intégralement partie de la période actuelle qui se caractérise par une densification de l'« astrocaptialisme⁴⁹ ». Bien que les acteurs privés aient été présents dès le début de la conquête spatiale, la période qui s'est ouverte dès les années 1980 et intensifiée aujourd'hui consiste de plus en plus à spéculer sur un avenir incertain. Il existerait même un « syndrome SpaceX », « celui d'un capitalisme aventuré dans l'espace, sauvage et brutal, d'une redoutable efficacité dans ses stratégies de déploiement dans tous les segments de l'industrie, et d'accaparement au service d'une vision autoritaire et sans compromis de la croissance marchande⁵⁰ ». Les acteurs privés existent grâce à une forte volonté politique. Ils sont les acteurs d'un projet politique particulier qui s'accompagne de versements de fonds publics importants afin de maintenir à flot un certain nombre d'entre eux. Il s'agit là d'une persistance et même d'une

46. Cent quatorze États (dont le Royaume des Tonga) ont ratifié le Traité de l'espace, 22 l'ont signé (dont le Rwanda). [Status of International Agreements relating to activities in outer space as at 1 January 2024](#), A/AC.105/C.2/2024/CRP.3.

47. Andrew Falle, Ewan Wright, Aaron Boley, Michael Byers, « [One million \(paper\) satellites](#) », art. cité.

48. Peter B. de Selding, « [Signs of a Satellite Internet Gold Rush in Burst of ITU Filings](#) », *Space News*, 23 janvier 2015.

49. Irénée Régnault, Arnaud Saint-Martin, *Une histoire de la conquête spatiale*, op. cit.

50. *Ibid.*

réaffirmation des intérêts des États *via* l'UIT et au travers d'acteurs privés « nouveaux ».

Face aux abus du système actuel, des réformes ont été envisagées. Il faut rappeler que les prérogatives de l'UIT sont d'abord et avant tout d'ordre technique. Néanmoins, l'Union n'échappe pas à une politisation de ses instances, en raison de sa nature intergouvernementale – qui plus est, la majorité des acteurs privés, traditionnels et nouveaux, sont issus d'États qui sont des puissances spatiales. En conséquence, ses décisions techniques peuvent avoir « des implications sur les plans politique, stratégique, industriel et juridique⁵¹ », un contexte qui ne facilite pas les réformes. Il a déjà été question par exemple d'ajouter dans les critères de validation d'une demande, une évaluation économique du projet. Cela sous-entendrait que l'Union se dote d'une compétence économique si elle avait la charge d'évaluer la crédibilité économique d'un projet. Elle pourrait également être dotée d'une compétence en matière de concurrence⁵², ce qui reviendrait pour elle à devoir assurer l'accès à une diversité d'acteurs étatiques et non pas une sur-représentation des entreprises américaines comme actuellement. Pourtant, ces potentielles extensions des domaines de compétences de l'UIT ne font pas l'objet de consensus au sein des États membres. De la même manière, il a été envisagé de modifier le système de priorisation par date, mais cela pourrait déstabiliser le marché actuel. En effet, une fois validée la demande de réservation de couples spectre/orbite, l'investisseur a la certitude qu'il aura la priorité, pour une durée de sept ans, sur les demandes de réservation postérieures à la sienne. Fort de cette certitude, l'investisseur peut plus sereinement s'engager dans la réalisation concrète du projet par l'achat de matériels, le recrutement de personnels nécessaires, etc.

Le phénomène de spéculation sur la ressource spectre/orbite est le signe d'un intérêt accru des acteurs privés pour cette dernière car elle est le prérequis indispensable à tout projet spatial. Ceux-ci misent sur une plus-value potentielle, une augmentation

51. Laurence Ravillon, « « Les orbites et les fréquences », op. cit., p. 48.

52. Entretien avec un personnel de l'UIT.

attendue de sa valeur générée par le système de datation de l'UIT. Par ailleurs, cette spéculation est favorisée par le contexte récent marqué par le développement du New Space, laissant parfois penser que tout projet spatial pourrait trouver des investisseurs et répondre à des besoins. La démonstration montre certes une suractivité de divers acteurs privés à l'UIT, et donc une hausse des projets à caractère spatial, mais pas nécessairement le recul de l'État. En effet, ce dernier alimente ce phénomène par la mise en place de politiques publiques, à l'instar du volet spatial du plan d'investissement gouvernemental « France 2030 » initié en 2021. À l'inverse, d'autres évolutions au sein de l'Union mettent en question la place qu'il occupe.

Le recul de la place de l'État ?

- *Les associations professionnelles*

Depuis les années 1990, la tendance est à la constitution d'associations professionnelles portant les intérêts de l'ensemble des professionnels d'un secteur en particulier. Par exemple, les opérateurs mobiles sont réunis au sein de la Global System For Mobile Communications Association (GSMA), et il leur est permis de devenir membres de l'UIT. L'association représente donc les professionnels lors des discussions au sein de l'agence des Nations unies. Depuis le début des années 2000, la GSMA harmonise la position des opérateurs mobiles, qu'elle porte ensuite à l'UIT. Auparavant, l'État avait davantage de visibilité sur les différentes prises de position des opérateurs mobiles, et pouvait éventuellement en tirer parti. Aujourd'hui, par le truchement des associations professionnelles, certaines discussions à l'UIT portent moins en elles la défense des intérêts d'un pays que ceux d'un secteur professionnel. « Il y avait une plus grande collaboration entre les représentants des États et les représentants des acteurs privés dans le travail technique. L'expertise technique était plus partagée. [...] L'État a également tendance à devenir plus hégémonique lors de ces discussions⁵³ », ce

53. Entretien avec un membre de l'UIT, 27 janvier 2025.

dernier laissant moins de place aux acteurs privés lors des discussions. En règle générale, les relations entre les États et les acteurs privés se sont modifiées, laissant moins la place au dialogue bilatéral. Certains secteurs se reposent sur leur association professionnelle, entendue comme une coalition d'intérêts, et n'entrent plus dans un dialogue bilatéral avec l'administration nationale. On peut donc faire le constat d'un affaiblissement de la distinction autrefois plus nette entre ce qui relève de l'État et du secteur privé. L'inclusion de ces associations professionnelles dans les enceintes décisionnelles de l'UIT peut nourrir une certaine confusion entre secteur public et privé. Cependant il ne faut pas se méprendre. L'État reste le décideur ultime, qui tente néanmoins de concilier libéralisation du secteur, multiplications des acteurs et modernisation. La gouvernance entre donc en jeu et se caractérise par une recherche du compromis entre une multitude d'acteurs, l'État jouant le rôle d'arbitre.

- *Perte de compétences des administrations nationales*

Même si l'État reste l'acteur central au sein de l'UIT, il peut perdre en influence s'il ne développe pas ou n'entretient pas les compétences nécessaires à la gestion du spectre. Tout d'abord, un État peut n'avoir que peu de connaissances réglementaires concernant la ressource spectre/orbite et ne pas souhaiter les développer. Il peut ne pas vouloir mobiliser de la main-d'œuvre à cet effet et y consacrer des budgets. Par ailleurs, d'autres États peuvent décider de se départir de cette compétence après l'avoir entretenue, et ce pour les mêmes raisons. Ces États délèguent alors ce travail à des acteurs privés. Dans le deuxième cas, cela les dépossède progressivement de leurs connaissances réglementaires dans le domaine. En effet, sous-traiter ou externaliser une fonction, pour des raisons financières par exemple, implique de ne plus se préoccuper du développement et de l'entretien des compétences en interne. Cependant les pertes de compétences ont un effet durable et il est ensuite difficile de les ré-internaliser si besoin. Cela a également pour effet de renforcer le rôle des acteurs privés à l'UIT. De ce fait, les États ne sont plus les interlocuteurs privilégiés des personnels de l'UIT et des autres agences

nationales en charge de la gestion des fréquences. Comme a pu le relever Laurence Ravillon « [...] on s'aperçoit que les administrations responsables de la gestion des fréquences, en principe interlocutrices de l'UIT, voient leurs connaissances réglementaires s'appauvrir au profit des entreprises privées, dès lors que ces administrations ne sont parfois que des boîtes aux lettres, et que les discussions sont menées par l'UIT avec les opérateurs, qui très en amont du projet, étudient et on peut même dire "décortiquent" les réglementations UIT⁵⁴ ». En dernière instance, l'État reste le décideur final, comme le prévoient les textes réglementaires. Toutefois, cela risque pour certains de ne devenir qu'un trompe-l'œil si aucune ressource humaine compétente n'est entretenue au sein des administrations nationales. De plus, la conférence des plénipotentiaires de l'UIT de 1998 a pu favoriser ce phénomène en renforçant la présence et donc le poids des acteurs privés. « Les États membres ont par exemple la possibilité d'autoriser les sociétés et entités nationales à s'adresser directement à l'UIT⁵⁵. » Les acteurs privés peuvent très bien s'accommoder de cet état de fait. Ils deviennent en effet, d'une certaine manière, juges et parties. De plus, avant la fin des monopoles publics et l'apparition d'acteurs privés, les opérateurs souhaitant solliciter l'UIT *via* une administration nationale étaient des ressortissants de celle-ci. Dès le début des années 2000, les opérateurs privés ont sollicité des administrations nationales dont ils n'étaient pas ressortissants, donnant lieu éventuellement à des biais, comme analysé plus tôt dans l'étude. De plus, ces évolutions peuvent également favoriser des réservations de fréquences jusqu'ici traditionnellement affectées aux armées des nations de l'OTAN.

54. Laurence Ravillon, « Les orbites et les fréquences », *op. cit.*, p. 28.

55. *Ibid.*, p. 24.

III. DE LA RESSOURCE SPECTRALE POUR LES UTILISATIONS MILITAIRES

LA GESTION DU PARC SPECTRAL PAR LE MINISTÈRE DES ARMÉES

Dans son fonctionnement, l'UIT ne reconnaît pas l'existence de bandes de fréquences à usage militaire. Il n'y a donc pas de distinction entre bandes civiles et bandes militaires, ce qui n'ouvre pas de droits ou de devoirs spécifiques en la matière pour les États. La seule évocation de systèmes militaires utilisant des bandes de fréquences se trouve au sein de la Constitution de l'UIT. Celle-ci établit que « les États membres conservent leur entière liberté en ce qui concerne les installations radioélectriques militaires¹ ». Ces installations ne sont soumises à aucune obligation, et n'ont pas non plus, par conséquent, de droits spécifiques.

Pour autant, les armées ont besoin de bandes de fréquences pour le fonctionnement de certains de leurs systèmes. Est née de ce besoin spécifique la nécessité de préserver certaines bandes de fréquences pour des usages militaires. Cette distinction est faite au sein des pays de l'Organisation du traité de l'Atlantique Nord (OTAN).

Afin de répondre aux besoins futurs des armées, en France, le ministère des Armées (MINARM) dispose d'un bureau de la gouvernance des fréquences au sein de la Direction générale du numérique et des systèmes d'information et de communication (DGNUM). Ce bureau est placé sous l'autorité d'un officier général chargé des fréquences. Il travaille en étroite collaboration avec la Direction générale de l'armement / Maîtrise de l'information (DGA MI). Ensemble, ils entretiennent un « parc de *filings* » pour le domaine spatial. Ainsi, la DGNUM élabore la politique générale en matière d'utilisation du spectre des fréquences de la défense et contribue notamment à concevoir puis à mettre en œuvre une stratégie de protection des intérêts français

1. Constitution de l'UIT, article 48, Installations des services de défense nationale, 202 PP-98.

patrimoniaux dans le domaine des fréquences, notamment en matière de positions spectro-orbitales. Elle représente aussi les intérêts du ministère aux niveaux national et international *via* l'ANFR². Si, au sein des grandes entreprises du spatial, le bureau fréquences est habituellement composé de 8 à 12 personnes, à la DGNUM, seules 3 personnes sont en charge des affaires réglementaires concernant la ressource spectre/orbite. Leur travail consiste en particulier à gérer les flux de demandes de *filings* et à contester si besoin « des projets de satellites étrangers gênants³ ». Le Centre national d'études spatiales (CNES) aurait « totalement perdu la capacité de traiter ce flux et la DGNUM l'a partiellement perdu également⁴ ». En effet, tous deux souffrent d'un retard de traitement des demandes de *filings* émanant de pays étrangers, en raison d'une ressource humaine trop faible par rapport à la hausse des sollicitations. « Le retard accumulé par le MINARM et le CNES est lié notamment au fait que les demandes dans les bandes d'intérêt gouvernemental (notamment S pour le CNES) et militaire (notamment bandes X et Ka pour le MINARM) ont été augmentées par 10 depuis 2022 à cause du New Space (bandes S et X) et de la volonté de certains opérateurs (SpaceX, Amazon et opérateurs chinois) de proposer leurs services en bande Ka militaire en plus de la Ka civile pour augmenter la bande passante proposée à leurs clients civils⁵. » Les autorités respectives des deux organismes français font en sorte de résorber ce retard mais cela prendra plusieurs mois encore⁶.

Pourtant, « les *filings* sont une ressource stratégique⁷ ». Actuellement, l'équipe de la DGNUM entretient 38 *filings* pour le compte du MINARM. Ce « parc » a pour objectif de constituer des options aux porteurs de projets satellitaires au sein du ministère et en recherche de *filings*. Ils font partie de ce qui est

2. Site internet de la Direction générale du numérique, [Nos missions | Ministère des Armées](#)

3. Entretien à la DGNUM/Bureau de la gouvernance des fréquences.

4. *Ibid.*

5. *Ibid.*

6. *Ibid.*

7. *Ibid.*

appelé « la politique foncière du MINARM » visant à anticiper les besoins futurs des armées. Il s'agit pour l'équipe de prévoir « un champ des possibles⁸ » en fonction de l'évolution des technologies et des besoins militaires. Ainsi, « [q]uand la technologie ou le besoin militaire ajoute des fréquences, il faut rajouter des *filings*⁹ ». Leur rôle est également de réfléchir à de nouvelles manières d'effectuer des réservations de fréquences auprès de l'UIT pour des systèmes plus atypiques. Les armées ne doivent pas s'interdire d'anticiper sur des réservations de *filings* pour des programmes réels, mais aussi pour des « projets tordus¹⁰ », à savoir des expérimentations pouvant déboucher sur de réelles capacités opérationnelles.

Par ailleurs, la Stratégie spatiale de défense de 2019 conclut à la nécessité pour les armées d'être dotées de capacités de défense dans l'espace, impliquant de mener des opérations spatiales militaires¹¹. Cela se concrétise par des démonstrateurs opérationnels fortement manœuvrants. Les premières capacités françaises de ce type qui devraient être prochainement lancées sont les démonstrateurs YODA (Yeux en orbite pour un démonstrateur agile). Il s'agit de deux satellites patrouilleurs – guetteurs chargés d'effectuer des opérations en orbite géostationnaire. Son pendant en orbite basse est le programme TOUTATIS (Test en orbite d'utilisation de techniques d'action contre les tentatives d'ingérences spatiales). Ce dernier consiste à lancer deux nanosatellites, SPLINTER et LISA1, en orbite basse autour de la Terre. SPLINTER sera un satellite censé disposer d'une « capacité de manœuvre élevée » et d'un « ensemble de sous-systèmes permettant une autonomie d'approche et d'actions¹² ». Quant à LISA1, il s'agira d'un « satellite guetteur ». YODA, SPLINTER

8. *Ibid.*

9. *Ibid.*

10. Entretien à l'ANFR. Mon interlocuteur cite par exemple le fait de pouvoir faire des tests de connexion en bluetooth espace-sol.

11. *Stratégie spatiale de défense*, ministère des Armées, 2019, p. 53.

12. « [Spatial : l'Agence de l'innovation de défense notifie à U-Space la réalisation d'une démonstration d'actions en orbite basse au profit du Commandement de l'espace](#) », Ministère des Armées, 18 septembre 2024.

et LISA1 font partie du projet EGIDE (Engin géodérivant d'intervention et de découragement), intégré à l'opération ARES (Action et résilience spatiale) du MINARM et porté notamment par le Commandement de l'espace (CDE). Ces objets fortement manœuvrants, et qui sont donc appelés à changer d'orbite sous court préavis, peuvent constituer des défis en matière de réservations spectrales. En effet, jusqu'à aujourd'hui, la majorité des satellites ont une orbite précise dont ils ne bougent pas durant toute leur durée de vie opérationnelle¹³. Il est ainsi relativement facile d'éviter des interférences entre systèmes. Demain, de nombreux objets manœuvrants seront placés en orbite entraînant un risque accru d'interférences¹⁴. L'enjeu étant de définir et de faire respecter une zone de sécurité autour du satellite, en maintenant une distance avec les tiers pour éviter les interférences.

La volonté d'affirmer que certaines bandes sont dédiées aux armées vient du fait même du besoin militaire. En effet, il est difficilement imaginable que l'utilisation de systèmes militaires puisse être perturbée par des interférences issues de systèmes civils. Les militaires utilisent ces systèmes sur les théâtres d'opérations. La rupture de communication ou la transmission dégradée d'informations peut mettre en danger des personnels au sol. Les systèmes militaires sont conçus pour être utilisés de manière opérationnelle en tout temps et en tout lieu. Le caractère vital de leur utilisation ne saurait être dégradé par des utilisations purement civiles qui n'auraient pas le même degré d'importance¹⁵. Néanmoins, l'environnement électromagnétique est

13. Il faut néanmoins noter que les puissances spatiales telles que les États-Unis, la Russie et la Chine disposent déjà d'objets manœuvrants dans l'espace.

14. En plus des satellites militaires manœuvrants en développement, il faudra compter sur les systèmes civils ou duaux relevant des services en orbite (SEO) et de la logistique spatiale. On peut citer les technologies permettant la maintenance, la réparation et l'extension de missions des satellites en orbite, la désorbitation contrôlée des satellites en fin de vie, la capture et l'élimination des débris spatiaux ou encore le recyclage et la réutilisation des matériaux en orbite. Quelques entreprises françaises se sont lancées dans ces technologies à l'instar d'Infinite Orbits ou Exotrail.

15. Néanmoins, il est vrai que certains usages civils de l'espace peuvent revêtir un caractère essentiel, notamment en cas de catastrophes naturelles par exemple.

d'ores et déjà chargé, et le besoin accru de connectivité¹⁶ au sein des armées pourrait faire naître des dilemmes. Même si le besoin de connectivité ne se limite pas aux satellites, ils jouent un rôle particulièrement central en servant également de relais de communication, comme clé de voûte au système dans son ensemble. La future mise en orbite de la constellation de connectivité européenne IRIS² (Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite) a justement pour objectif de répondre avant tout à des impératifs stratégiques, militaires et gouvernementaux puis commerciaux.

LE CAS DE LA CONSTELLATION DE CONNECTIVITÉ EUROPÉENNE IRIS²

Le projet

L'idée de doter l'Union européenne (UE) de sa propre constellation de connectivité haut débit est née peu avant l'année 2010. L'invasion de l'Ukraine par la Russie semble avoir été un accélérateur pour convaincre politiquement les 27 États membres de se lancer dans ce projet d'envergure. La décision de concrétiser le projet IRIS² est en effet validée en 2022. Les États membres ont pris conscience de l'intérêt d'un tel système satellitaire en constatant l'attaque cyber dont a été victime le réseau satellitaire de communications KA-SAT de l'opérateur VIASAT, utilisé par la population et l'armée ukrainiennes, une heure avant l'invasion terrestre russe¹⁷. La prise de conscience a été d'autant plus importante que ce réseau satellitaire était également utilisé par des abonnés à internet par satellites en France et par un réseau

16. Chaque armée se numérise depuis quelques années afin d'atteindre vers 2040 l'objectif du combat collaboratif (circulation de l'information en temps réel pour tous les acteurs présents sur le champ de bataille). Ainsi, les premiers incréments naissent dans chaque armée (SCORPION pour l'Armée de terre, Connect@Aéro pour l'Armée de l'air et de l'espace, SIGNAL pour la Marine).

17. Pour une étude approfondie de cette attaque cyber, lire « [The war in Ukraine from a Space Cybersecurity Perspective](#) », European Space Policy Institute (ESPI), 10 octobre 2022.

éolien en Allemagne. De même, il s'est avéré que la seule alternative disponible sur le marché était le réseau Starlink de Space X.

IRIS² est annoncée comme étant une constellation de 264 satellites en orbite basse (1 200 km d'altitude) et 18 en orbite moyenne (ici 8 000 km d'altitude). Ainsi, cette constellation sera multi-orbites¹⁸. Le projet s'intègre dans un partenariat public-privé, dont le budget total serait de près de 11 milliards d'euros. Elle devrait être opérationnelle d'ici à 2031. Cette constellation de connectivité doit remplir un double usage. Celui, en premier lieu, de servir les besoins gouvernementaux, dans une volonté de disposer d'un service de communication souverain et sécurisé. Puis, dans un second temps, de pouvoir faire de ce service spatial un service commercial. L'accent mis sur le caractère souverain du système permet à l'UE de disposer de sa propre constellation de connectivité. Pour satisfaire cette volonté d'autonomie, il semblait important que l'Union agisse vite. En effet, les autres projets sont déjà en orbite ou sur le point de l'être, et les places sont comptées d'un point de vue orbital, spectral et économique. Les programmes actuels similaires de constellations de connectivité en orbite basse sont Starlink, OneWeb, Amazon Kuiper, Telesat's Lighspeed (Canada), SES's mPower (orbite moyenne), Qianfan et IRIS²¹⁹. Un plus grand nombre de constellations entraînerait des problèmes de coordination en matière de fréquences et nuirait à la viabilité économique du projet.

18. Pour le détail de ce projet, lire « [IRIS²: the new EU Secure Satellite Constellation - Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite](#) », European Commission, 16 décembre 2024.

19. IRIS² bénéficiant de certains satellites de la constellation d'Eutelsat (OneWeb) et SES, parties prenantes du consortium Space RISE (Space Consortium for a Resilient, Interconnected and Secure Europe) sélectionné par la Commission européenne pour concevoir, mettre en œuvre et exploiter la constellation IRIS². Site internet de SpaceRISE : « [SpaceRISE selected by European Commission to build and operate the IRIS² multi-orbit satellite constellation](#) », 31 octobre 2024. Plus généralement, voir *Star Wars: a new chapter. Incumbents facing the broadband revolution and the rise of mega-constellations*, Bryan, Garnier & Co, 20 septembre 2022.

La réservation des fréquences

La France avait anticipé le programme IRIS² en déposant dès 2020 des réservations de *filings* correspondant aux besoins de la future constellation. Ainsi, au sein de la base de données de l'UIT, les réservations demandées par la France pour le compte du MINARM portent le nom d'« FMS-LEO » pour French Military Satellite – Low Earth Orbit. Ces réservations sont en bande Ka, sur des fréquences traditionnellement réservées aux usages militaires, même si, encore une fois, l'UIT, elle, ne fait pas de distinction entre bandes civiles et militaires. La France a souhaité déposer en son nom ces bandes dans l'objectif de les partager et de les collectiviser avec les 27 partenaires européens. Le droit d'usage prioritaire, détenu par la France grâce à la réservation de fréquences, est devenu une réservation prioritaire faite au nom des 27 États membres de l'UE. Dans ce cas précis, pour l'UIT, l'UE est une seule entité, au même titre qu'un État. En vertu du processus de l'UIT décrit précédemment, l'UE devra mettre un satellite de la constellation IRIS² en orbite d'ici à 2027 afin de garder sa réservation de fréquences, puis déployer le système complet d'ici à 2034. Par ailleurs, la future constellation utilisera également des fréquences réservées à l'UIT pour le compte d'industriels participants au projet²⁰.

L'Allemagne a de son côté déposé la même demande de réservation de fréquences et positions orbitales que la France sous le nom de « DEUMULTIORBIT » en date du 13 janvier 2024. Cette dernière a également vocation à être partagée avec les 27 États membres de l'UE. Ce deuxième *filing*, identique à FMS-LEO « pourra servir si besoin²¹ », sous-entendu si les Européens n'ont pas la capacité de mettre au moins un satellite de la constellation IRIS² en orbite avant 2027. De plus, en faisant cela, l'Allemagne souhaite apparaître elle aussi comme un acteur majeur de ce projet

20. Pour ses applications commerciales, IRIS² bénéficiera des droits fréquentiels réservés par Eutelsat et SES en prolongeant leurs constellations respectives, à savoir OneWeb et O3b mPOWER. Anne Orliac, « [IRIS² : tout savoir sur cette nouvelle constellation européenne](#) », *Polytechnique Insights, La Revue de l'Institut polytechnique de Paris*, 11 mars 2025.

21. Entretien à l'ANFR.

européen. Enfin, elle a également déposé une autre demande de réservation de couple spectro-orbital sous le nom de GENESIS MULTIORBIT à la même date (13 janvier 2024) (Figure 13).

Figure 13

Demande de réservation de *filings* au nom de l'Allemagne pour le compte de son ministère de la Défense

The screenshot shows the ITU e-Submission of Satellite Network Filings interface. The header includes the ITU logo and navigation tabs: Home, As Received, Published in BR IFIC, and Help. Below the header, the filing ID D2025-72456 is displayed with 'Details' and 'Frequencies' buttons. The main content area is a table with the following data:

Notice ID	Administration / Network Org.	Satellite Name
125500015	D	GENESIS MULTIORBIT
Submission Reference Number	Act. Code	Type of Submission
D2025-72456	A	Notification of Space Station
Provision	Orbital Position	Reference Body
11.2	NGSO	T
Number of Planes	BR registry date	Date of Receipt
899	12.02.2025	12.02.2025
Total number of satellites	19708	
Operating Agency	BUNDESMINISTERIUM FUER VERTEIDIGUNG, BONN	

Site consulté le 13/02/2025.

À l'inverse de la précédente demande de l'Allemagne, celle-ci resterait une réservation allemande, dans le cas où « la constellation IRIS² ne se ferait pas²² ». Le retard éventuel dans la mise en orbite de la constellation IRIS² pose ainsi la question des fréquences qu'elle utiliserait. En cas d'échec du projet initial, et au vu de sa deuxième réservation, l'Allemagne ne semble pas exclure

22. *Ibid.*

aujourd'hui un projet similaire purement national. Néanmoins un tel projet ne semble pas réalisable par un État seul, il nécessite un haut degré de financement et des compétences techniques et technologiques qui actuellement ne sont pas toutes détenues en Allemagne. Il est difficile aujourd'hui de savoir ce que l'Allemagne ferait précisément de ces réservations.

Prenant en compte l'évolution des risques et des menaces, la future constellation européenne IRIS² est annoncée comme ultra-sécurisée. Elle devrait donc pouvoir résister aux cyberattaques mais également aux actions de guerre électronique telles que les brouillages. Ces derniers sont d'ailleurs appelés à augmenter avec la multiplication des constellations en orbite basse. L'UIT tente d'y répondre par des contre-mesures techniques dans le cas des brouillages non intentionnels et par des dénonciations publiques et des rappels au RR dans le cas des brouillages intentionnels. Les armées prennent également déjà en compte ces risques et ces menaces susceptibles de porter atteinte à leur efficacité opérationnelle.

INTERFÉRENCES ET BROUILLAGES PRÉJUDICIALES

La multiplication des constellations en orbite basse et les interférences induites sur les systèmes géostationnaires

La multiplication des projets de constellations en orbite basse multiplie également le risque d'interférences ou de brouillages entre les systèmes GSO et NGSO. Les brouillages préjudiciables ne sont pas un problème récent dont l'UIT se saisit aujourd'hui. Ils sont même à l'origine de sa création. Il s'agit d'un phénomène récurrent²³. Le brouillage est défini ainsi : « Effet, sur la réception dans un système de radiocommunication, d'une énergie non désirée due à une émission, à un rayonnement ou à une induction (ou à une combinaison de ces émissions,

23. Pour une analyse complète des tenants et aboutissants des brouillages préjudiciables concernant des systèmes satellitaires sur l'orbite géostationnaire, lire Guilhem Penent (dir.), *Governing the Geostationary Orbit*, op. cit.

rayonnements ou inductions), se manifestant par une dégradation de la qualité de transmission, une déformation ou une perte de l'information que l'on aurait pu extraire en l'absence de cette énergie non désirée²⁴. » Par ailleurs, le brouillage préjudiciable est défini de cette manière : « Brouillage qui compromet le fonctionnement d'un service de radionavigation ou d'autres services de sécurité ou qui dégrade sérieusement, interrompt de façon répétée ou empêche le fonctionnement d'un service de radiocommunication utilisé conformément au Règlement des radiocommunications²⁵. »

La prolifération des constellations NGSO dans les années à venir risque d'amplifier le phénomène des brouillages préjudiciables. Cela est la conséquence de l'attribution des mêmes bandes de fréquences aux systèmes GSO et NGSO (notamment les bandes Ku et Ka). Ainsi, les risques d'interférences augmentent et peuvent relever de configurations différentes : interférences créées par les liaisons montantes de la station sol GSO vers les satellites GSO et qui affectent le satellite NGSO au passage ; et/ou interférences créées par les liaisons descendantes des satellites NGSO vers leur station sol (Terre) et qui affectent la station sol GSO (Figure 14).

S'instaure alors un « dialogue complexe » entre les opérateurs, à un moment où l'impératif d'innovation qui a cours aujourd'hui bouscule l'intégrité des réseaux satellitaires existants²⁶. De ce fait, les opérateurs de constellations en NGSO souhaitent pouvoir faire évoluer les modalités de calculs qui limitent leur puissance d'émission dans le but de ne pas provoquer d'interférences avec les systèmes GSO. La priorité et la protection dont bénéficiaient les opérateurs en GSO sont remises en question face à la multiplication des projets de constellations en NGSO, dont les opérateurs

24. [Règlement des radiocommunications](#), Édition 2020, chapitre I, section VII, 1.166, p. 22.

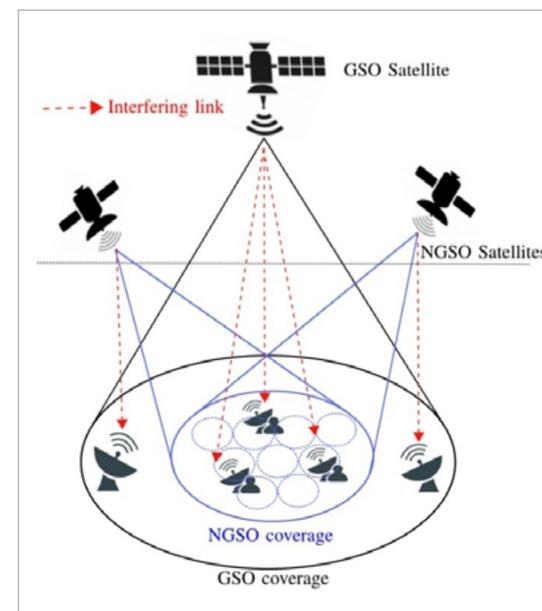
25. *Ibid.*

26. Flor Ortiz, Eva Lagunas, Almoatssimbbillah Saifadalma, Mahdis Jalali, Luis Emiliani, Symeon Chatzinotas, « [Emerging NGSO Constellations : Spectral Coexistence with GSO Satellite Communication Systems](#) », *IEEE Communications Magazine*, avril 2024.

veulent défendre le fonctionnement optimal. Ces débats ont lieu au sein des conférences mondiales des radiocommunications de l'UIT.

Figure 14

Scénarios d'interférences impliquant un satellite GSO, plusieurs satellites NGSO et leurs stations sol respectives²⁷



Au-delà de la limitation de la puissance d'émission, c'est l'acceptation d'un seuil d'interférences, lorsque la nécessité l'exige, qui est en jeu. Il s'agit de faire accepter à tous les acteurs que les interférences, bien que néfastes pour l'utilisation optimale de leurs systèmes, sont à présent devenues inévitables. Un « pourcentage d'interférences en temps²⁸ » pourrait alors être établi. Ces temps d'interférences, qui seraient rares et de courte durée, peuvent

27. Hayder Al-Hraishawi, Björn Ottersten, « [Broadband Non-Geostationary Satellite Communication Systems: Research Challenges and Key Opportunities](#) », Conference Paper, 1-6.10.1109/ICCWorkshops50388.2021.9473786, juin 2021.

28. Entretien à la DGNM.

néanmoins devenir problématiques pour un usage gouvernemental et militaire. Il n'est pas acceptable en effet qu'un système militaire soit brouillé par un système civil et/ou commercial, même pour un temps restreint. Comment accepter une « dégradation de la qualité de transmission, une déformation ou une perte de l'information²⁹ » lors d'une opération militaire ? Des solutions techniques existent certes, mais certaines engendrent des coûts supplémentaires. Ainsi la cohabitation est-elle amenée à être de plus en plus difficile dans cet environnement électromagnétique chargé. De plus, la profusion des projets aujourd'hui ne permet pas d'avoir une vision claire de ce que sera la réalité en orbite dans une décennie. Les évaluations mathématiques manquent afin de calculer les effets agrégés des futures constellations³⁰, et ainsi ne pas se limiter à anticiper les interférences possibles d'une seule constellation vis-à-vis d'un système GSO. Par ailleurs, à l'heure des innovations et du New Space, d'autres interférences seront possibles à l'instar des services en orbite qui utilisent les liaisons radar pour se positionner sur un objet tiers dans l'espace. Il n'existe pas pour le moment de procédures d'attribution du spectre radar pour des objets situés dans l'espace³¹. Enfin, la montée en puissance de la technologie des liaisons inter-satellites pour équiper les satellites posent la question de leurs possibles interférences mutuelles, même si la directivité rend négligeable le risque d'interférence involontaire. Les liaisons optiques avec les stations sol sont également concernées. Ces liaisons ne sont pas régies par le RR³² et n'entrent donc pas dans les prérogatives de l'UIT. Ce sujet peut néanmoins constituer un point de vigilance au titre des interférences volontaires qui relèveraient alors des menaces en orbite et des moyens de contre-espace.

29. [Règlement des radiocommunications](#), déjà cité.

30. Entretien à la DGNUM/Bureau des fréquences.

31. Entretien avec un personnel de l'UIT.

32. Car la fréquence utilisée par ces technologies est trop élevée pour être prise en compte dans le RR. (RR = 8,3 kHz à 3 000 GHz (en fait, 275 GHz) = giga (10 puissance 9) et optique = laser = 3,75 à 7,5 x 10 puissance 14 = Tera Herz.)

Les brouillages intentionnels

En juillet 2024, l'UIT a condamné publiquement les brouillages intentionnels réalisés par la Russie à l'encontre de systèmes satellites européens³³. L'Ukraine, la France, les Pays-Bas, la Suède et le Luxembourg avaient saisi en juin l'UIT pour se plaindre de telles actions portant atteinte au fonctionnement nominal du système de navigation américain, le GPS, et de la télévision par satellite. Par ailleurs, les moyens techniques de contrer ces brouillages préjudiciables sont quasiment inexistantes.

S'inscrivant dans l'architecture classique des organisations internationales, l'UIT ne dispose d'aucun outil contraignant pour faire en sorte que les responsables des brouillages préjudiciables cessent leurs activités. Les agences nationales doivent alors avoir la capacité d'identifier la source du brouillage sur leur territoire et avoir le pouvoir d'y mettre fin. Cela devient plus complexe lorsque le brouillage préjudiciable émane d'une volonté politique. Le phénomène est à présent récurrent dans les tensions et conflits entre États, et systématique sur les théâtres d'opérations. Il relève tantôt de la guerre électronique tantôt du contrôle de l'information et des contenus diffusés au-dessus d'un territoire. Dans le cadre de la guerre menée par la Russie à l'encontre de l'Ukraine, plusieurs brouillages intentionnels ont été relevés. Il s'agit ici de guerre électronique. En mars et avril 2024, la chaîne de télévision, qui fonctionne grâce aux satellites Eutelsat situés en orbite géostationnaire, de Walt Disney BabyTV a été attaquée. Le signal radiofréquence a donc été attaqué et détourné pour fournir, en lieu et place des dessins animés, des images de propagande russe³⁴. Il apparaît que cette chaîne était diffusée grâce à l'utilisation de la même fréquence que quatre autres chaînes ukrainiennes (Dlia Ciebie, Espresso TV, Freedom, and

33. « [UN body condemns Russian satellite interference in Europe](#) », Reuters, 1^{er} juillet 2024.

34. Clémence Poirier, « Electronic and Cyber Operations Against Space Systems », *Policy Perspectives*, 13 (1), Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich, janvier 2025.

Dim)³⁵. D'autres chaînes ukrainiennes utilisant des satellites de l'entreprise SES ont rapporté des incidents similaires. Ce type de brouillage intentionnel ne peut éventuellement se résoudre que par une intervention politique. Actuellement, seule la médiation des incidents peut exercer une pression politique sur la Russie. Afin de mieux prendre en compte ces interférences intentionnelles, il peut exister des options à mettre en œuvre lorsque la médiation, d'ordre technique, de l'UIT ne suffit plus³⁶.

Si les armées prennent déjà en compte dans leur utilisation de l'espace, la population orbitale croissante, les risques et les menaces afférents (dont les brouillages préjudiciables intentionnels et non intentionnels), elles doivent également à présent préserver leur patrimoine spectral, convoité par d'autres.

LA CONVOITISE DES ACTEURS PRIVÉS VIS-À-VIS DES BANDES DE FRÉQUENCES D'INTÉRÊT MILITAIRE

Les bandes militaires dites OTAN

Les acteurs privés sont à la recherche de toujours plus de bandes de fréquences leur permettant de transformer leurs projets satellitaires en systèmes réellement opérationnels. Certaines bandes sont d'après certains de ces acteurs « sous-utilisées ». Ils désignent par-là les bandes traditionnellement « réservées » à des usages militaires. C'est ce que l'on nomme communément les « bandes de fréquences OTAN ». En effet, l'Alliance est devenue un acteur de la gestion du spectre en Europe en tentant d'établir un usage harmonisé de la ressource entre nations otaniennes. Au travers d'une structure dédiée à cette question, le NATO Civil/Military Spectrum Capability Panel (CaP3), les nations préparent la position de l'Alliance aux Conférences mondiales des radiocommunications successives. La CaP3 a pour objectif de trouver des solutions afin de « préserver à long terme l'utilisation des fréquences dans la bande de fréquences

35. *Ibid.*

36. Ces recommandations sont élaborées in *ibid.*, p. 4.

harmonisée par l'OTAN et [de] solliciter une ressource alternative dans les pays où elle n'est plus exploitable³⁷ ». Idéalement, les nations de l'Alliance se doivent de réserver le plus possible ces bandes de fréquences (situées de 14 kHz à 100 GHz)³⁸ à des usages militaires. Cette volonté d'harmonisation et de coordination des fréquences au sein de l'OTAN vise à garantir l'interopérabilité des armées des États membres et des pays partenaires³⁹. C'est dans le même but que l'OTAN participe également aux travaux de la Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT), institution en charge de la coordination à l'échelle européenne du spectre radioélectrique. L'OTAN y donne des avis sur les intérêts de ses membres concernant l'utilisation militaire des fréquences radioélectriques.

Néanmoins, l'avidité de certains acteurs privés pour des bandes jugées « sous-utilisées » parce que traditionnellement réservées pour tout ou partie à des usages militaires, met en péril cette répartition. Il convient d'en considérer les opportunités mais aussi les menaces.

Saisir des opportunités grâce au secteur privé ?

Tel qu'explicité en tête de cette étude, un opérateur commercial doit nécessairement passer par une agence nationale afin d'effectuer une demande de réservations de fréquences. L'administration qui accepterait de concéder des « fréquences OTAN » à un opérateur commercial devrait donc logiquement avoir un intérêt militaire à le faire. Cela a été le cas, par exemple, avec l'emport d'une charge utile dédiée aux communications

37. « [L'OTAN, un acteur de la gestion du spectre en Europe](#) », ANFR, 24 juillet 2020.

38. Le « NATO Joint Civil/Military Frequency Agreement (NJFA) » détaille ces utilisations, notamment celles destinées aux satellites militaires, voir : « [NATO Joint Civil Military Frequency Agreement \(NJFA\)](#) », 14 février 2017.

39. OTAN Informations de base, « [La coopération en matière de gestion des fréquences radioélectriques](#) », OTAN, novembre 2020.

militaires en bande UHF (*Ultra High Frequency*)⁴⁰ sur le satellite de télécommunications EUTELSAT 36D⁴¹. Cette charge utile militaire cohabite avec d'autres charges utiles (transpondeurs) en bande Ku destinées à des usages civils (transmission de la télévision par satellite). La coopération entre le MINARM français et le « partenaire commercial de confiance⁴² » EUTELSAT a permis de mettre en place un accord gagnant-gagnant. En règle générale, cette coopération est favorisée en France pour les acteurs traditionnels (Airbus, Eutelsat...) et lorsque les clients finaux font partie d'un ministère des Armées, français, européen ou issu des nations de l'OTAN. La charge utile est alors à la charge de l'industriel, tout comme le coût du lancement en orbite. En contre-partie, l'industriel peut vendre le surplus de capacité à d'autres ministères des Armées, alliés de la France.

Par ailleurs, à l'heure du New Space, les start-up françaises peuvent proposer de nouveaux usages qui intéressent les armées. Dans ce cas, il peut arriver qu'elles bénéficient de fréquences « militaires » pour réaliser leur projet⁴³. Ces nouvelles coopérations peuvent permettre de tester des usages plus atypiques, même si l'innovation n'est pas uniquement l'apanage des start-up.

Enfin, des fréquences militaires peuvent être concédées à des entreprises proposant d'occuper une position orbitale afin de garder le bénéfice d'une réservation à l'UIT qui arrive à échéance. Cette méthode de *gap-filler* (satellite « bouche-trou ») utilisant des bandes de fréquences « OTAN » peut également constituer un premier incrément à la capacité opérationnelle finale. Elle

40. La bande UHF (*Ultra High Frequency*) a un débit faible (25 KHz). Elle peut être utilisée pour les communications tactiques (voix ou transmission de données faible débit). Elle est privilégiée par les Forces spéciales car elle permet des communications, certes limitées mais suffisamment pour le besoin, et surtout les moyens sur lesquels elle est utilisée sont légers et peuvent être sécurisés.

41. Airbus, Press Release, « [Airbus étend sa position dans les communications militaires par satellite](#) », 29 juin 2021.

42. Expression élaborée dans la [Stratégie spatiale de défense](#), déjà citée, p. 5, 11, 28, 31, 48, 49.

43. Entretien à la DGNUM.

peut permettre de « mieux définir nos terminaux terrestres⁴⁴ », en bref, d'effectuer des adaptations en amont du lancement de la charge utile réelle. Ce sont en quelque sorte les derniers réglages qui permettent d'avoir une capacité finale optimale.

Considérer cette convoitise comme une menace ?

La bande UHF est considérée comme « sous-utilisée » par les opérateurs commerciaux. Néanmoins, le fait d'ajouter des utilisateurs civils sur une bande « militaire » peut réduire la souplesse des forces armées à l'entraînement ou sur un théâtre d'opération. Cette souplesse d'emploi fait référence à la possibilité de disposer des antennes militaires au sol, n'importe où selon le besoin, sans subir d'interférences avec des antennes commerciales proches qui seraient sur la même bande de fréquences. Il n'est pas non plus envisageable que les antennes commerciales cessent d'émettre lorsque des forces armées se trouvent à proximité avec leurs antennes, sur la même fréquence. Des solutions techniques de contournement du problème sont envisageables mais elles ont des effets néfastes pour les armées. En effet, il semble possible de « ségréger les conversations mais on dispose de moins de bits⁴⁵ pour coder l'information. L'utilisation en sera moins qualitative. [...] Cela peut également obliger les armées à acheter des radios plus qualitatives mais qui seront plus chères et moins robustes pour faire la guerre⁴⁶ ». De plus, même si précédemment des exemples de coopérations « gagnant-gagnant » ont été cités, celles-ci reposent sur le fait qu'elles s'établissent avec des partenaires commerciaux de confiance, c'est-à-dire le plus souvent des partenaires commerciaux français ou européens avec lesquels la relation de coopération est ancienne. Cette relation peut être plus hasardeuse lorsqu'elle se fait avec des « acteurs nouveaux » du secteur spatial, et de nationalité non européenne.

44. *Ibid.*

45. Unité de mesure de base en informatique.

46. Entretien à la DGNUM.

Figure 15a

Dépôt de réservations de fréquences au nom de l'Allemagne au profit d'Amazon

ITU e-Submission of Satellite Network Filings

Home As Received Published in BR IFIC Help

Published Comments

D2024-68562 Details Frequencies

Notice ID	Administration / Network Org.	Satellite Name
124520136	D	KBSAT-NGSO-1
Submission Reference Number	Act. Code	Type of Submission
D2024-68562	M	Coordination Request
Provision	Target Notice ID	Orbital Position
9.6	120520184	NGSO
Reference Body	Number of Planes	BR registry date
T	3310	11.07.2024
Date of Receipt	Total number of satellites	
11.07.2024	3212	
Operating Agency		
AMAZON DEVELOPMENT CENTER GERMANY GMBH		

Ainsi, SpaceX a obtenu de l'Allemagne des réservations de fréquences en bande OTAN. SpaceX se serait tout d'abord adressé à l'administration américaine qui aurait refusé cette demande car elle ciblait des bandes OTAN. À l'inverse, l'administration allemande a porté cette demande vers l'UIT. Les *filings* allemands de Starlink s'appellent MARS-K1, MARS-K2, MARS-E1, MARS-K3, MARS-K4, MARS-VLS, MARS-ULS. MARS-K1, MARS-K2, MARS-K3, MARS-K4 et sont en Ka militaire. Amazon a réalisé la même démarche auprès de l'Allemagne et bénéficie donc en théorie de *filings* en bande Ka militaire⁴⁷ (Figures 15a et 15b).

47. Les *filings* allemands d'Amazon s'appellent KBSAT-NGSO-1, KBSAT-NGSO-2, KBSAT-NGSO-P, KBSAT-NGSO-P2. KBSAT-NGSO-2 et KBSAT-NGSO-P2 sont en Ka militaire.

Figure 15b

Détails des fréquences demandées par Amazon via l'Allemagne

ITU e-Submission of Satellite Network Filings

Home As Received Published in BR IFIC Help

Published Comments

D2024-68562 Details Frequencies

List of unique frequency bands

1 - 3 of 3	
Freq from (MHz)	Freq to (MHz)
17300	18600
10800	20200
27100	30375

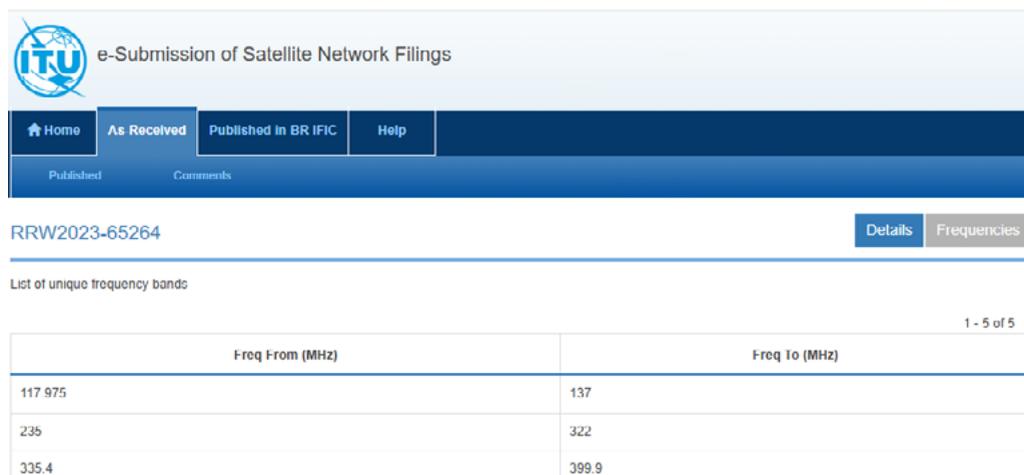
Ce type de méthodes pose la question de l'harmonisation des politiques d'attribution des fréquences au sein des États de l'Union européenne, et plus largement des nations de l'OTAN.

De son côté, Greg Wyler a obtenu du Rwanda des réservations de fréquences en bandes OTAN, notamment dans la gamme 225-399.9 MHz⁴⁸, destinée aux usages militaires (Figures 11 et 16).

48. Le document otanien cité précédemment précise d'ailleurs : « *The range 225-399.9 MHz is essential to NATO and is in military use for land mobile, mobile-satellite, Air/Ground/Air and specific maritime and terrestrial communications, including ITU Region 2* », NATO Joint Civil/Military Frequency Agreement (NJFA), p. 13.

Figure 16

Réservation de fréquences au nom du Rwanda (RRW) UMUTEKANO-3



ITU e-Submission of Satellite Network Filings

Home As Received Published in BR IFIC Help

Published Comments

RRW2023-65264 Details Frequencies

List of unique frequency bands 1 - 5 of 5

Freq From (MHz)	Freq To (MHz)
117.975	137
235	322
335.4	399.9

La convoitise des acteurs privés pour ces bandes spécifiques peut s'expliquer de plusieurs manières. Tout d'abord, ils souhaitent bénéficier d'actifs spatiaux que des concurrents n'ont pas. Ils espèrent ainsi attirer de futurs clients. De plus, la possibilité de proposer des projets spatiaux dans ces bandes peut leur permettre de capter l'attention de la communauté militaire, notamment de l'OTAN. Ils peuvent ainsi espérer obtenir d'elle des soutiens financiers. Par ailleurs, il serait sûrement réducteur de ne pas envisager que ces acteurs ne veuillent pas non plus faire des usages commerciaux de ces bandes de fréquences. Ils détiennent, pour sept ans, un avantage concurrentiel sur d'autres sociétés, qu'ils ne manqueront pas d'exploiter si l'opportunité se présente. Enfin, une autre menace se profile pour l'utilisation des bandes militaires OTAN. Il s'agit de l'avènement de la 7G pour laquelle les acteurs privés visent une « bande militaire ».

CONCLUSION

La ressource spectrale fait l'objet de spéculations financières depuis la libéralisation du secteur spatial dès la fin des années 1990. Les secteurs des télécommunications et de la connectivité par satellites sont les plus touchés par ce phénomène. Tout d'abord, les satellites de télécommunications ont été traditionnellement positionnés en orbite géostationnaire pour l'avantage opérationnel que cette orbite procure¹. Les progrès technologiques récents ainsi que les besoins évoluant, les satellites de connectivité en orbite basse connaissent aujourd'hui un regain d'intérêt. La pression foncière s'est donc accrue sur cette orbite (surtout entre 400 et 600 km) sous l'effet de la multiplication des projets de constellations de satellites. L'UIT a pu mesurer cet emballement des projets en constatant des sollicitations en forte hausse. Parfois cette hausse de l'activité se conjugue avec le fait que, même si l'UIT n'est investi *a priori* que d'un rôle technique, ses décisions peuvent avoir « des implications sur les plans politique, stratégique, industriel et juridique² ».

Le processus temporel de réservations de fréquences au sein de l'UIT favorise la spéculation. La date d'enregistrement d'une réservation est devenue le paramètre permettant d'aller prospecter de possibles investisseurs. Les acteurs privés sont pris d'une irrésistible envie de déposer un maximum de réservations pour prospecter le plus possible, en espérant faire financer un projet réel. Un grand nombre de ces demandes de réservations ne correspondent pas à des projets crédibles ou tangibles. Beaucoup

1. Le satellite en orbite géostationnaire, situé sur le plan équatorial de la Terre, se déplace de manière synchrone avec la planète et reste constamment au-dessus du même point de la surface. Cette caractéristique est très utile pour les satellites de télécommunications puisque le pointage des antennes de réception est fixe. Trois satellites en orbite géostationnaire, séparés d'environ 120 degrés de longitude, permettent de couvrir la Terre entière (à l'exclusion des pôles Nord et Sud).

2. Laurence Ravillon, « Les orbites et les fréquences », *op. cit.*, p. 48.

sont des « tigres de papier³ » et le resteront. Réserver un grand nombre de couples peut également faire partie d'une stratégie de déni d'accès envers des concurrents et peut, en outre, servir les ambitions politiques et les intérêts d'un État.

Reste que la ressource spectre/orbite est une ressource naturelle limitée qui relève du bien commun. Ce dernier se caractérise par son caractère non exclusif et la rivalité qu'il suscite. L'UIT exerce une gouvernance sur cette ressource en tâchant d'agrèger les multiples acteurs et intérêts qui la composent. Si ses prérogatives sont d'abord et avant tout d'ordre technique, elle n'échappe pas à une politisation de ses instances, en raison de sa nature intergouvernementale.

L'État contribue indirectement à cette spéculation car il peut y voir une coopération « gagnant-gagnant. ». Il en est parfois également victime quand les réservations de fréquences empiètent sur des usages militaires. En effet, les bandes OTAN, traditionnellement sous-utilisées car réservées à des usages militaires, font à présent elles aussi l'objet de la convoitise des acteurs privés. Il revient aux États d'autoriser ou non ce type de spéculation car en matière de réservation de fréquences, rien ne se fait sans l'assentiment de la puissance régaliennne.

L'utilisation durable de la ressource spectre/orbite rejoint les réflexions plus générales menées sur la viabilité à long terme des activités spatiales. Les initiatives prises en ce sens se déroulent au sein du comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (CUPEEA, plus connu sous son acronyme anglais COPUOS⁴) des Nations unies⁵. Néanmoins, l'UIT semble également se saisir de cette question. Elle a notamment organisé en septembre dernier son premier forum sur la

3. Union internationale des télécommunications, « [Paper Tigers](#) », déjà cité.

4. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space.

5. Plus précisément, les discussions ont lieu au sein du sous-comité technique et scientifique du CUPEEA au travers du groupe de travail portant sur la viabilité à long terme des activités spatiales (Working Group on the Long-term Sustainability of Outer Space Activities). Source : [Working Groups of the Committee and its Subcommittees](#).

durabilité de l'espace⁶. De même, certaines communications au sein de congrès internationaux développent le sujet⁷, infusant l'idée que l'UIT a son rôle à jouer. « *While the spectrum management component has clear rules, the space environment is lacking harmonized and agreed norms of behaviour. [...] Based on the existing experience gained through decades of operations in LEO, the substantial strategies advanced in the recent years, and the communications channels being facilitated by ITU, perhaps we are now at that tipping point in time to move from theoretical discussions to more pragmatic incremental implementation of space sustainability measures*⁸. »

Cela n'est pas sans provoquer quelques questionnements de la part du CUPPEA qui est l'enceinte idoine pour ces discussions. La viabilité à long terme des activités spatiales est une préoccupation majeure pour les États utilisateurs de l'espace. Les armées sont concernées au premier chef en ce qu'elles utilisent massivement les services spatiaux dans la planification et la conduite de leurs opérations, intérieures et extérieures. De la même manière, la ressource spectre/orbite est une ressource stratégique dont les armées doivent continuer à s'assurer l'accès.

6. [Space Sustainability Forum 2024 – An ITU Event](#), 10-11 septembre 2024, Genève, Suisse.

7. Jorge A. Ciccorossi, « ITU contributions to the collective efforts on space sustainability, from responsible use of spectrum to Low Earth Orbits », 75th International Astronautical Congress (IAC), Milan, Italie, 14-18 octobre 2024.

8. « Alors que la gestion du spectre radioélectrique repose sur des règles claires, l'environnement spatial, quant à lui, demeure dépourvu de normes de comportement harmonisées et reconnues. [...] Forts de l'expérience acquise au cours de plusieurs décennies d'opérations en orbite terrestre basse (LEO), des stratégies substantielles développées ces dernières années, ainsi que des canaux de communication facilités par l'UIT, nous sommes peut-être aujourd'hui à un point charnière nous permettant de passer des discussions théoriques à une mise en œuvre pragmatique et progressive de mesures en faveur de la viabilité à long terme des activités spatiales » [ma traduction] (*Ibid.*).

LA GUERRE DES FRÉQUENCES

VERS UNE MARCHANDISATION DE LA RESSOURCE SPECTRE/ORBITE ?

CNE Béatrice Hainaut

Tout projet spatial doit faire l'objet au préalable d'une demande de réservation de fréquences radioélectriques associées à des positions orbitales. Cela est essentiel pour permettre aux satellites de fonctionner correctement une fois lancés. Ces demandes sont portées par une agence nationale vers l'Union internationale des télécommunications (UIT), institution spécialisée des Nations unies.

Le spectre électromagnétique est une ressource « naturelle » rare et limitée. C'est un bien commun pour les États et une ressource stratégique pour les armées. Cependant, à la fin des années 1990, la libéralisation du secteur des télécommunications a transformé cette ressource en marchandise. Aujourd'hui ce phénomène s'est amplifié sous l'effet de la multiplication des projets de constellations de satellites en orbite basse.

La pression sur la ressource spectre/orbite est telle que les acteurs privés se tournent à présent vers des bandes de fréquences jugées « sous-utilisées » car traditionnellement « réservées » à des usages militaires. Cela peut certes créer des opportunités conjointes entre les armées et les acteurs privés, mais dans certains cas, cela est également source de menaces.