

Séance du 2 juillet 2024

Conférence-débat de Caroline Laurent avec Marc Pircher

DISRUPTIONS ET POLITIQUES PUBLIQUES DANS LE DOMAINE SPATIAL

Il est loin le temps du Old space, où l'enjeu, dans le domaine spatial, était essentiellement une question de souveraineté, où 50% du chiffre d'affaires des industriels venaient des télécommunications spatiales géostationnaires, et où l'on concevait des satellites complexes, de plus en plus gros, de plus en plus fiables, de plus en plus performants.

Le spatial aujourd'hui fait face à une grosse rupture à la fois technologique, organisationnelle, environnementale, et économique. Une véritable révolution portée par quelques entrepreneurs, notamment les GAFA due à la conjonction d'innovations technologiques et d'initiatives privées avec des acteurs clés où prédominent les Américains et les technologies de rupture (lanceurs réutilisables, miniaturisation, nouvelles méthodes...). Les applications désormais s'étendent à tous les marchés, au-delà des télécommunications et de l'observation de la Terre, notamment à l'exploration et au vol habité.

Dans ce paysage très foisonnant, Elon Musk a amené à lui seul, avec SpaceX et Starlink, une énorme disruption et introduit des modifications importantes dans l'espace lui-même, aujourd'hui habité de milliers de satellites.

Se pose alors plus que jamais la question de sécurité en orbite, notamment de la partie défense.

On parlait déjà de « space traffic coordination », il faudra vite envisager un « space traffic management », comme dans l'aéronautique. Se pose, en parallèle, la question des politiques publiques à mettre en place pour préserver l'industrie et l'écosystème européens et français.

Dans ce paysage en perpétuelle (r) évolution, si les États-Unis devraient conserver la suprématie, quelques événements sont très encourageants pour l'Europe, comme le lancement d'Ariane 6, le 9 juillet, qui nous rend l'accès autonome à l'espace.

Caroline Laurent Diplômée de l'École Polytechnique et de l'École supérieure de l'aéronautique et de l'espace, Caroline Laurent est ingénieure générale hors classe de l'armement. Entrée à la DGA en 1987, à la direction des Missiles et de l'Espace, où elle a occupé successivement des postes de management de projets techniques et de recherche dans les domaines satellitaire, océanographique et de reconnaissance spatiale, elle a été nommée en 2014 directrice de la stratégie. Elle est aujourd'hui directrice des systèmes orbitaux du Cnes et membre de l'Académie des technologies.

Marc Pircher Diplômé de l'université de Stanford et de l'École supérieure de l'aéronautique et de l'espace, Marc Pircher a été chef de projet du satellite Helios 1A au Cnes, directeur des lanceurs du Cnes, CTO d'Alcatel Alenia Space, puis directeur du Centre spatial de Toulouse. Il est officier de l'ordre national du Mérite, officier de la Légion d'honneur et membre de l'Académie des technologies.

Sommaire

Exposé de Caroline Laurent.....	2
Débats.....	11



Exposé de Caroline Laurent

Des enjeux de souveraineté aux enjeux commerciaux

Old space : l'espace, un enjeu de souveraineté

À l'origine, la course à l'espace se jouait entre les États-Unis et l'URSS. Des agences et programmes nationaux ont été créés à la fin de la deuxième guerre mondiale pour des usages militaires qui se sont très vite élargis à des usages civils. La NASA naît en 1958. Le NRO (*National Reconnaissance Office* pour l'imagerie, donc pour le renseignement) en 1960. En France, c'est le général de Gaulle qui prend la décision, en 1962, de créer le Cnes (Centre national d'études spatiales), la DGA (Direction générale de l'armement), et le CEA (Commissariat à l'énergie atomique), afin de mettre en place une véritable autonomie stratégique dans la dissuasion et dans l'accès à l'espace.

Jusqu'à la fin des années 60, les usages de l'espace sont exclusivement gouvernementaux : sécurité nationale, science et rayonnement international avec les vols habités.

Les premières applications non strictement liées à la sécurité nationale sont les télécommunications, puis le renseignement (l'imagerie), mais jusqu'à la fin des années 80, elles restent opérées par des puissances publiques.

Les lanceurs, jusqu'à la fin des années 90, sont uniquement opérés par des entités gouvernementales (agences spatiales ou militaires), à l'exception d'Ariane.

La commercialisation de l'espace commence vraiment avec l'arrivée des lanceurs commerciaux.

La réussite d'Ariane

En 1980, le Cnes et l'ESA (Agence spatiale européenne) ont créé Arianespace, alors qu'aux États-Unis, dans le même temps, la préférence allait à la navette spatiale, imposée à la NASA et à la DOD pour lancer leurs satellites jusqu'en 1988. Arianespace est donc restée leader, même quand la NASA et la DOD ont commencé à vouloir commercialiser des lancements.

Dans les années 2000, les premières tentatives de lanceurs commerciaux aux États-Unis s'étant heurtées à un creux non anticipé du nombre de lancements géostationnaires, le leadership est resté russo-européen entre 2000 et 2009.

Premier usage commercial : les télécommunications

Les usages commerciaux émergent partout dans le monde à la fin des années 60, avec au départ, des agences publiques : en France, les PTT, devenus France Télécom.

INTELSAT, qui est aujourd'hui une grande société privée, a démarré de la fusion d'une entité publique américaine et de 17 agences nationales de télécommunications, et reste une entité intergouvernementale jusqu'en 2001.

La commercialisation de l'accès des lanceurs à l'espace permet à partir des années 1990 le développement d'opérateurs de satellites géostationnaires, des opérateurs de Satcom (qui signifie « satellite communication »), puis des constellations de télécommunication.

La grande différence va se situer entre le GEO et le LEO : en géostationnaire, les couvertures sont fixes et très importantes. En orbite basse, les satellites ont une bien meilleure latence, la communication passe beaucoup plus vite, et le bilan de liaison est meilleur.

Un autre usage commercial : l'imagerie

Dès 1982, le Cnes crée la filiale SPOT Image pour commercialiser les images des satellites nationaux Spot 1 à 5, lancés entre 1986 et 2002, et développer les applications de l'imagerie. Cette société devient Airbus Géo en 2014, avec la délégation de services publics Pléiades.

À peu près dans le même temps les Américains créaient EOSAT pour commercialiser les données des satellites de la NASA.

Différentes compagnies privées, qui financent leur infrastructure, émergent alors (Digital Globe, Orbimage), et fusionnent, sur un marché irrégulier, fragile, très mené par le DOD.

Aujourd'hui MAXAR est le numéro 1, devant Airbus Geo, pour la vente d'images.

Faux départ pour les constellations

- Iridium, dont on a beaucoup parlé, et qui fournit aujourd'hui des communications cellulaires partout dans le monde, a été conçu dès 1987 par Motorola à partir de technologies militaires, mais avait d'abord fait faillite en 2000, avant d'être revendu.
- Globalstar, né d'une coopération entre un fabricant de satellites et un opérateur de télécom, a fait faillite en 2002.
- Teledesic, dont on a même oublié le nom, était un grand backbone pour Internet par satellites. Mais conçu trop tôt (étaient prévus 800 satellites), il a fait faillite avant même la mise en service du premier. Pourtant, Bill Gates était partenaire du projet.
- Des fournisseurs de services mobiles par satellites (MSS), le seul qui ait survécu est Thuraya, basé sur des satellites géostationnaires très gros, et qui avait la chance de viser le marché riche du Moyen-Orient.

Pourquoi ces faux départs ?

Le coût des lancements et le coût des satellites étaient trop élevés. Les processeurs numériques n'étaient pas très performants, les capacités technologiques insuffisantes, les durées de développement trop longues, par rapport au développement des infrastructures terrestres. Enfin, le nombre d'utilisateurs d'internet ou de mobiles téléphoniques était insuffisant.

New space 1.0 : disruptions technologiques

Le New space est né d'une conjonction de nouvelles technologies, de gens innovants et de nouvelles approches :

- Miniaturisation des composants et des équipements.
- Des satellites petits et à bas coût (low cost), à la fois par la taille et l'usage de COTS.
- Accès à des lancements low cost en « ride share », c'est-à-dire partagés, et à des mini lanceurs comme Rocket Lab.
- Lanceurs réutilisables (SpaceX) et baisse des coûts de lancement.
- Nouveaux propulseurs électriques pour nano-satellites.
- Nouvelles chaînes de production digitalisée pour réduire les coûts.
- Partenariats publics-privés qui créent une nouvelle forme de financement des projets et de spécifications. Beaucoup de démonstrations en orbite.
- Sur le plan stratégique, un besoin de résilience qui engendre de gros systèmes très fiables, mais aussi de petits capteurs complémentaires. On a besoin de tester davantage. Donc, les militaires se mettent aussi à utiliser le New space.

Les CubeSats : un monde à part

L'arrivée du New space a été facilitée notamment par les « CubeSats », un concept introduit en 1999 par l'Université de Californie, qui définit des formats, des interfaces, des standards, et qui a conduit à tout un écosystème ainsi qu'à la démocratisation de l'accès à l'espace : universitaires, nouveaux entrants, pays en développement...

En 2003, on comptait 6 CubeSats sur 94 satellites lancés, dès 2015, on atteignait la centaine - avant Starlink -, avec la constellation Planet, première production en série de CubeSats pour un usage commercial d'imagerie. En 2022, 334 étaient lancés par 125 institutions ou pays. Et en 2023, il y en avait 609 de prévus.



SkySat Imaging Constellation

New space 1.0 : des nouveaux procédés de fabrication, des architectures innovantes

Les CubeSats ont montré la voie des fabrications en série.

SKYBOX la met en œuvre pour des mini-satellites(100kg) pour de l'imagerie spatiale dès 2012.

2012 également : Greg Wyler prend modèle sur Skybox pour concevoir sa constellation Woldrdu, qui devient OneWeb après tentative de coop avec Elon Musk, il s'associe avec Airbus Defense and Space qui devient le premier constructeur de constellation aussi massive (60 satellites).



Figure 1

Des nouveaux procédés de fabrication

Les CubeSats ont montré la voie des fabrications en série. Ils ont donné lieu notamment à l'émergence de Skybox, qui a lancé une constellation de satellites d'imagerie dès 2012.

En bas à droite de la figure 1, on peut voir la fabrication en chaîne des OneWeb. Et au milieu, en bas, le lancement en dispenseur, avec la plateforme Arrow.

OneWeb est la constellation de Greg Weiler, lancée en 2012 pour donner un accès à du très haut débit aux particuliers. En association avec Airbus Defense & Space qui devient alors le premier constructeur de constellations aussi massives (60 satellites). Une belle réussite pour les industriels français. Même si la chaîne de fabrication était aux États-Unis, les premiers ont quand même été fabriqués en France. Et l'on essaie depuis de réutiliser la plateforme Arrow pour des satellites européens.

Des utilisations duales et stratégiques

La plateforme Arrow a notamment été réutilisée pour le système CO3D, encore en développement, qui présente la particularité d'être un achat de services et d'être une constellation duale destinée à produire massivement des modèles numériques de terrain.

On avait déjà utilisé des plateformes issues de ce New space pour le système CERES de capteur distribué sur 3 satellites, lancé fin 2021, avec une plateforme fabriquée par Thalès et des avioniques issues du contrat Iridium.

Enfin Unseenlabs, qui est une start-up française, opère une constellation de surveillance maritime à base d'écoute des radars. C'était, en 2015, le premier investissement de Definvest, l'opérateur financier de la Défense.

Applications et initiatives privées

Finalement, toutes les applications sont concernées par des initiatives privées, jusque le vol habité, qui pourtant paraît loin des business plans et de la commercialisation.

La plus spectaculaire de ces réussites, c'est Crew Dragon de Elon Musk, que tout le monde a pu voir sur les écrans de télévision, fin 2020: la capsule privée de SpaceX qui a emmené des astronautes sur l'ISS (Station spatiale internationale) et qui a permis aux États-Unis de revenir, et de pouvoir renvoyer des astronautes sur l'ISS sans avoir besoin des Russes.

Starship est destiné à emmener des astronautes sur la Lune, puis sur Mars, et à transporter beaucoup de fret partout où l'on aura besoin de satellites.

AxiomSpace est également un opérateur privé qui achète des capsules pour les envoyer vers l'ISS.

En Europe également, notamment en France, on compte quelques initiatives: The Exploration Company d'Hélène Huby prévoit d'envoyer une capsule en orbite basse, puis sur la Lune, et envisage aussi de développer, un jour, un lanceur. Hélène Huby a lancé son premier démonstrateur de capsules, le 9 juillet, sur Ariane 6.

New space 2.0: disruption économique

Le web et le trafic internet des mobiles

La révolution du numérique est à l'origine de ce grand bouleversement économique. Alors que 2009 marque le début des smartphones et de l'accès à internet depuis son mobile, on comptait déjà en 2019, dans le monde développé, plus d'un smartphone par personne en moyenne. Et en 2020, des milliards d'utilisateurs des réseaux sociaux: 1,6 milliard d'utilisateurs de TikTok en 2023 contre 732 millions en 2020!

Rien qu'entre 2020 et 2023, la capacité Internet à partir des satellite providers a doublé.

Il s'agit d'un mouvement extrêmement rapide qui ne cesse de se développer avec les méga-constellations.

Les méga-constellations

– Ce sont des constellations de plusieurs centaines de satellites. Selon l'IUT - l'organisme qui gère les fréquences et autorise l'utilisation du spectre -, Starlink a déclaré 4000 satellites pour sa première génération et 7000 pour la deuxième.

Amazon qui vient juste de se lancer, avec Kuiper, et de faire son premier vol fin 2023, en a déclaré 3000.

OneWeb en avait 648 dans la première génération et en aura peut-être 720 dans la deuxième.

Enfin, Telesat, qui est une constellation canadienne, n'en a que 200.

O3b en compte seulement 20.

Et plusieurs constellations chinoises sont en cours de développement.

– Toutes ces constellations perturbent considérablement le marché des Satcoms, même si au départ, nos industriels étaient très bien placés. Les premiers acteurs impactés sont nos opérateurs de Satcoms historiques, qui sont en train de fusionner (Viasat avec Inmarsat, Eutelsat avec OneWeb, Echostar avec Dish, SES avec Intelsat) pour essayer de retrouver des marges de manœuvre face aux deux monstres Starlink et Kuiper. Mais il n'est pas certain que cela suffira.

Sont également impactés, nos fabricants de satellites, des industriels européens énormément touchés par effet de rebond. Ils subissent la baisse des investissements des opérateurs historiques dans les Satcoms géostationnaires et d'un positionnement encore très incertain sur des constellations, elles-mêmes encore incertaines.

SpaceX et Starlink

Comment Elon Musk s'y est-il pris? Il a d'abord investi sur le Falcon 1, mais il a quand même eu des contrats gouvernementaux. On estime aujourd'hui à 9 milliards la somme injectée par la NASA et le DOD depuis 2006 - la part la plus importante revenant à la NASA -, dont près de la moitié pour financer le développement.

Les États-Unis ont ainsi récupéré le leadership des lancements commerciaux: 42 entre 2000 à 2009, 212 entre 2018 et 2020. 100 sans doute en 2024.

En 2015, une levée de plus d'un milliard d'euros s'était ajoutée à ces fonds pour lancer le projet Starlink.

Impact en orbite

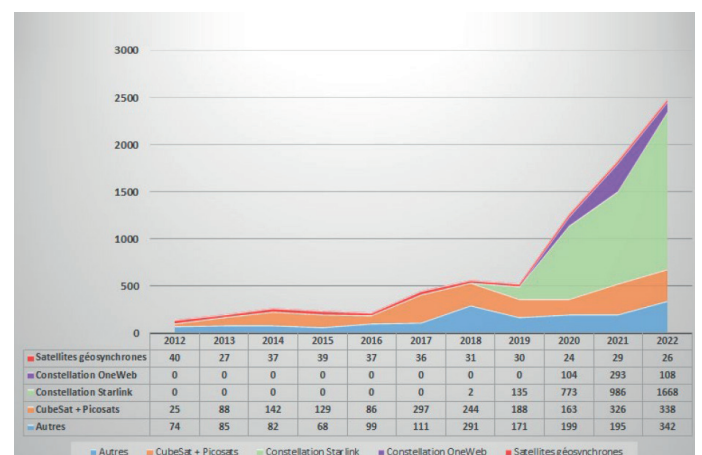


Figure 2

On voit sur la figure 2 le nombre de satellites lancés: en bleu, les satellites « à l'ancienne », en orange, les CubeSats. En vert, Starlink, et en violet, OneWeb. Nous sommes en train de passer dans une autre dimension. Et des problèmes de de sécurité en orbite vont forcément se poser.

La sécurité en orbite

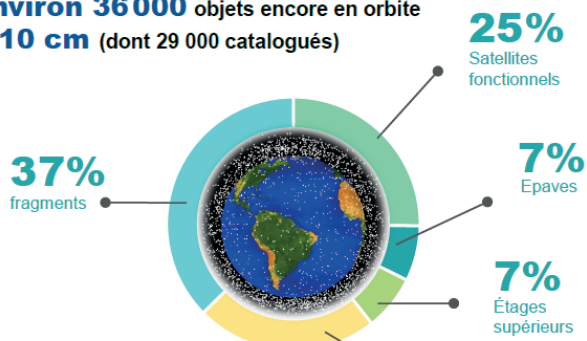
Un nouveau paradigme

Les chiffres de la figure 3 ont été obtenus par regroupement d'informations internationales. Sur les objets de plus de 10 cm, qu'il ne faudrait surtout pas croiser en orbite, il y a donc 25% de satellites fonctionnels, soit à peu près 9 000 dont 6 000 qui appartiennent à Starlink. Le monde d'avant avec beaucoup de géostationnaires était beaucoup plus simple.

Situation en orbite

Depuis 1957 :

- Environ 6300 lancements
- + de 650 fragmentations en orbite
- Environ 36 000 objets encore en orbite > 10 cm (dont 29 000 catalogués)



- Environ 900 000 entre 1 et 10 cm (non catalogués)
- Environ 130 000 000 1mm et 1 cm - (non catalogués)
- 23% Non catalogués

Satellites géosynchrones contrôlés en longitude

(SOURCE ESA CLASSIFICATION OF GEOSYNCHRONOUS OBJECTS)

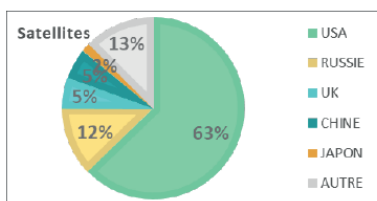
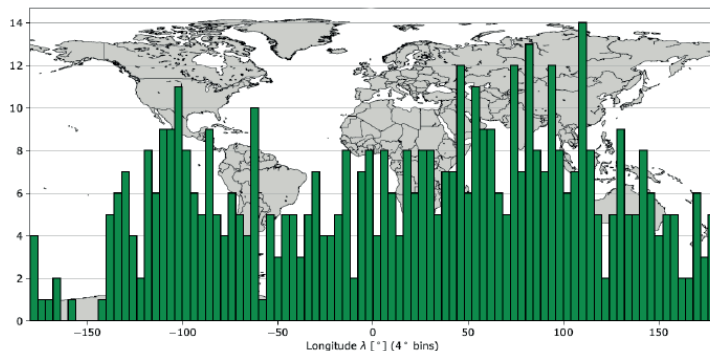


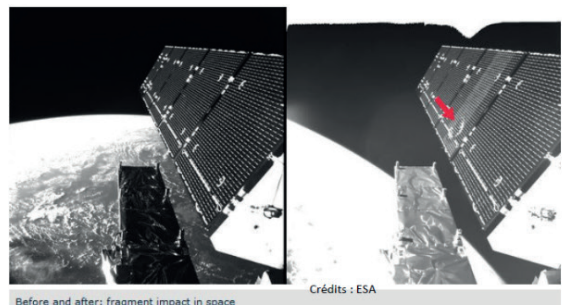
Figure 3

La prolifération des débris

On peut mesurer à partir de la figure 4 les conséquences d'un débris de quelques millimètres. Or, l'augmentation du nombre de satellites augmente les probabilités de collision. Il faut donc réglementer. On parle déjà de « space traffic coordination », il va falloir assez rapidement envisager un « space traffic management », comme dans l'aéronautique.

COLLISIONS AVEC LES « PETITS » DÉBRIS

COPERNICUS-SENTINEL-1A
23 AOÛT 2016



Taille estimée de la particule : QUELQUES mm.
Zone endommagée diamètre 40 cm.
Perturbations observées sur l'attitude, l'orbite et la puissance électrique.

RISQUE POUR LES ASTRONAUTES EN EVA
EVA Extra Vehicular Activity

- Faible protection du scaphandre
- Mais :
 - Faible durée des EVA
 - Faible surface
 - Flux limité sur les orbites très basses
- 1/2000 probabilité d'une fuite
- 1/6600 probabilité d'un impact catastrophique (trou > 4 mm)

Figure 4

Les acteurs de la régulation spatiale

La question des débris existe depuis le début de la conquête spatiale. Le COPUOS (Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique), qui est une émanation des Nations Unies, existe depuis 1958, et depuis 1963 des résolutions réglementent un peu l'accès à l'espace.

L'ESSOR DES ACTIVITÉS COMMERCIALES À PARTIR DES ANNÉES 80 : LE RÔLE RÉGULATEUR DE L'IUT, LA PUBLICATION DE STANDARDS INTERNATIONAUX ET DE RÉGLEMENTATIONS NATIONALES

National regulations for space operations

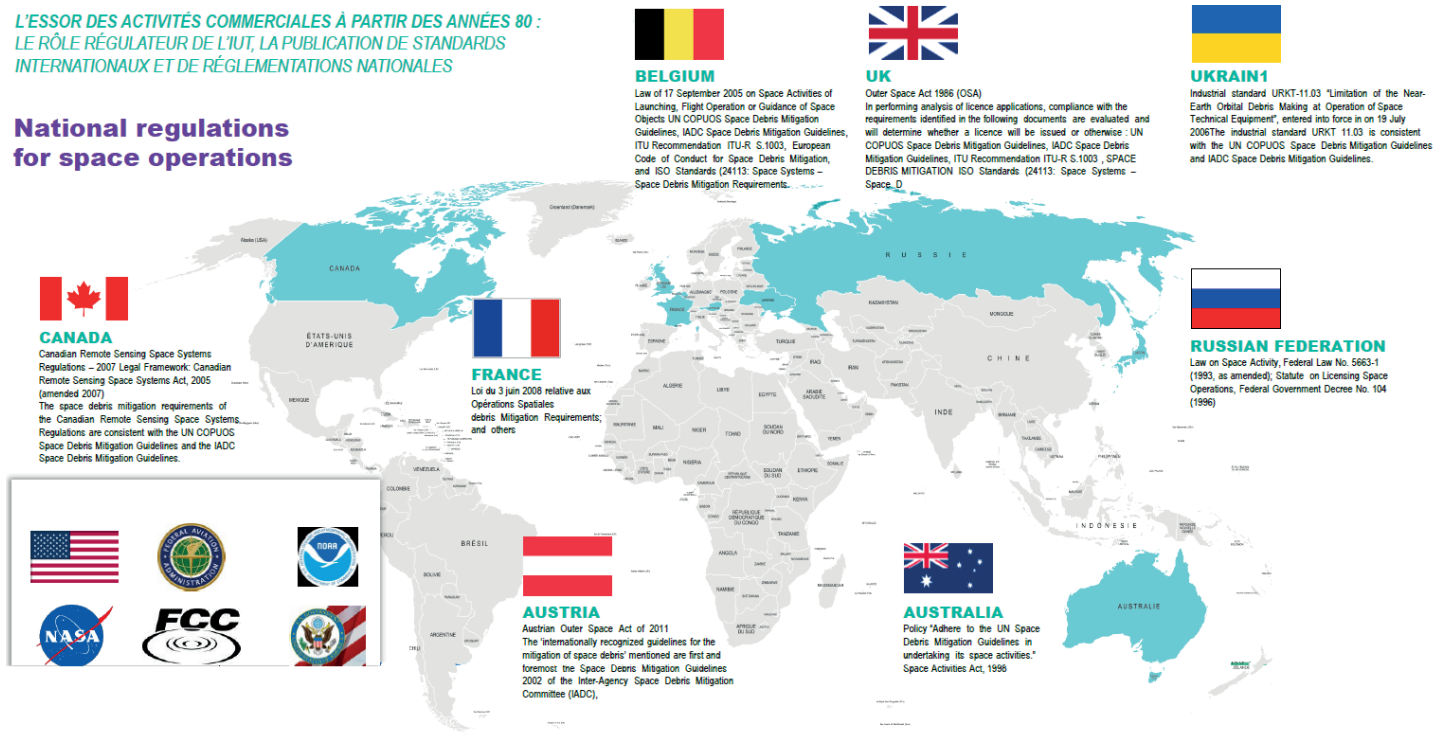


Figure 5

L'acteur important aujourd'hui pour émettre des règles, est l'IADC, un groupement d'agences, issu du COPUOS, qui met en place des bonnes pratiques qu'il faudrait respecter pour limiter les débris, mais sans réglementation ni obligation.

On peut voir sur la figure 5 tous les pays qui ont une loi sur les opérations spatiales, et des règles. En France, on délivre des autorisations, on surveille le fonctionnement en orbite, un nombre de contraintes sont à respecter, notamment s'engager à libérer l'orbite au bout d'un certain nombre d'années.

L'idéal serait que cette loi devienne européenne, afin de ne pas laisser les Américains ou Elon Musk tout légiférer.

Au Cnes, nous avons un centre opérationnel de surveillance de l'espace. Nous avons un certain nombre de capteurs (figure 6), et nous essayons d'en avoir d'autres. Dans la perspective France 2030, des contrats soutiennent des start-ups qui développent des radars, des télescopes, pour multiplier encore les capteurs et améliorer la connaissance de l'espace.

Mais pour prévenir des collisions, le problème mondial reste normatif. Il faut absolument que notre réglementation devienne européenne.

Une augmentation du trafic

DÉVELOPPEMENT DES GRANDES CONSTELLATIONS ET AUGMENTATION DE LA DENSITÉ EN LEO : LE PROBLÈME DE LA GESTION DU TRAFIC

PRÉVISION DES RISQUES DE COLLISION L'EXEMPLE CU CNES

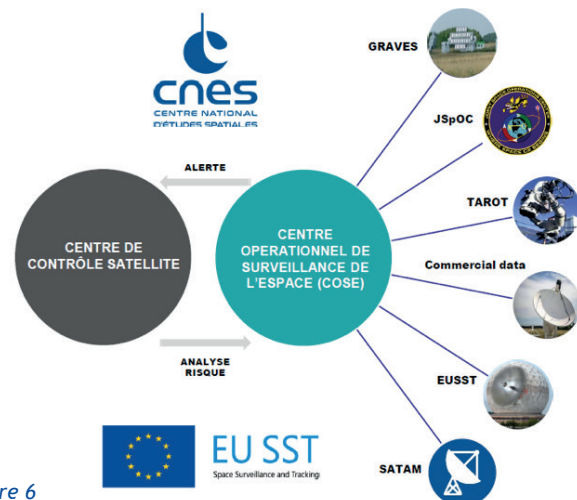


Figure 6

Politique spatiale de défense

L'espace n'est pas fréquenté que par des gentils, il faut aussi le défendre contre des malveillants. C'était la nouveauté de la politique spatiale de défense de 2019 (figure 7).

Politiques publiques pour le développement économique

La figure 8 montre le monde des start-ups en France. Certaines font des infrastructures en orbite, d'autres des lanceurs et beaucoup se développent dans les applications. C'est foisonnant.

Ares action et résilience spatiale, une nouvelle ambition capacitaire « maîtriser l'espace »

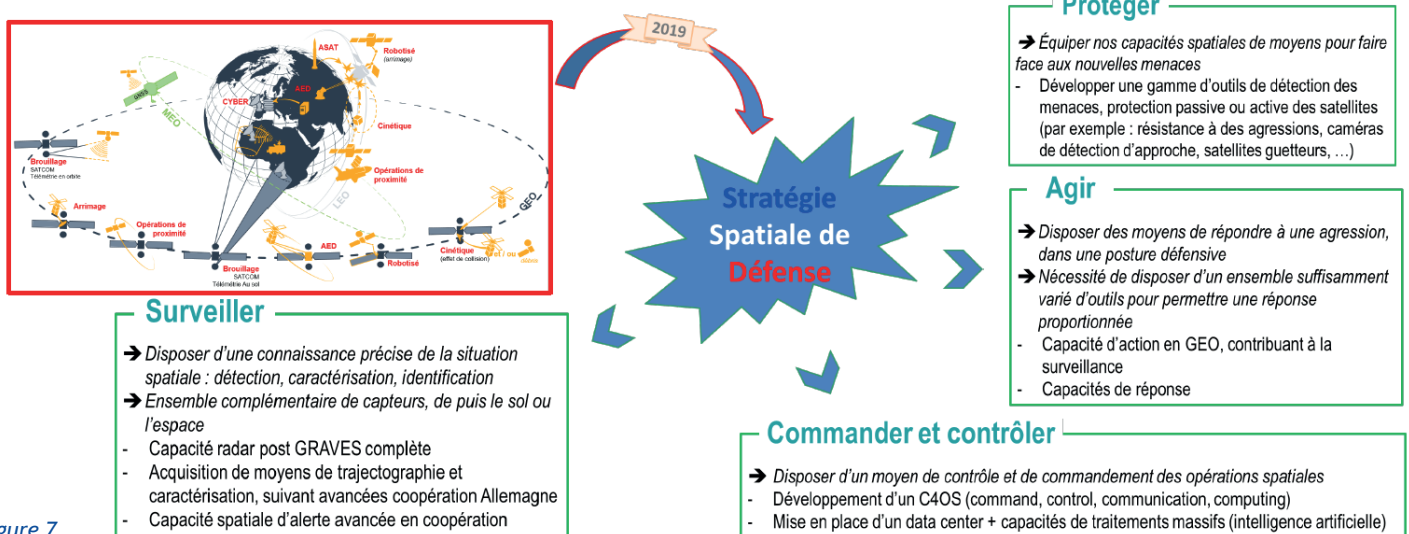


Figure 7

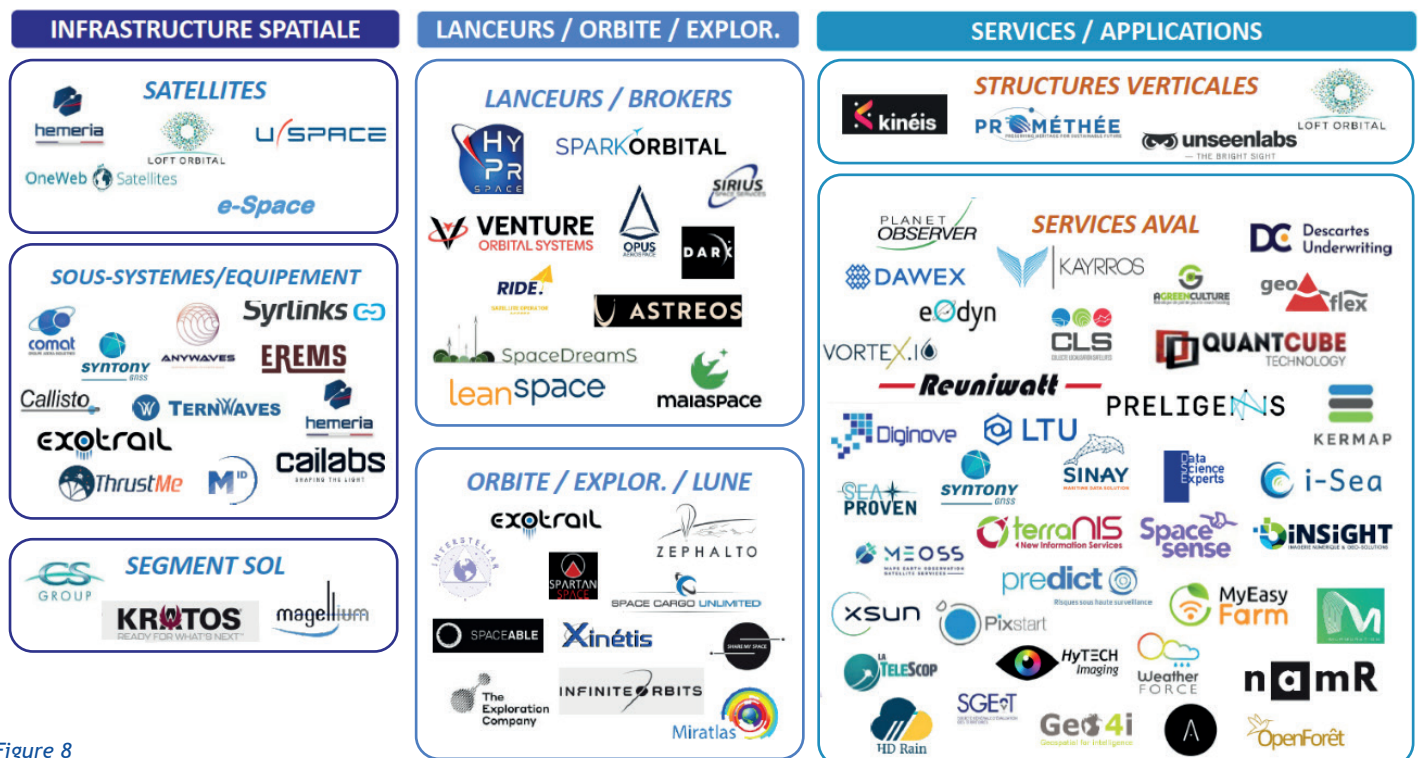


Figure 8

Kineis : un projet New space accompagné par le Cnes

Kineis (de l'IOT par satellites) a été lancé le 20 juin dernier. Pour financer cette constellation de 25 satellites, on a créé une société dans laquelle ont investi non seulement le Cnes, mais aussi CLS, BPI, BNP, et Thalès. Il s'agit là de la première vraie constellation européenne de télécommunications. Cinq satellites ont déjà été lancés, dont la recette en vol est en cours, 20 autres seront lancés tous les deux mois, voire toutes les six semaines. Un bel exemple de ce qu'on arrive à faire en France, et qui s'appelle du New space.

IRIS : Une nouvelle constellation européenne de connectivité sécurisée

Iris Square est un autre programme très important pour l'Europe, pour New space, et pour nos industriels, que l'on doit à Thierry Breton. Il s'agit d'un système spatial de connectivité sécurisée et autonome, prévu pour garantir la fourniture de services de communication par satellite (« Satcom »).

Le programme vise à fournir des services gouvernementaux pour la protection d'infrastructures critiques, la surveillance, l'appui à des actions extérieures ou la gestion de crises, et contribuer ainsi à améliorer la résilience de l'Union.

Par ailleurs, il prévoit de favoriser la fourniture de services commerciaux par le secteur privé et contribuer ainsi à la compétitivité de l'industrie européenne.

Iris ne concurrencera pas Starlink ni Kuiper, mais il peut sauver notre industrie.

Perspectives pour demain

La suprématie des constellations

De Starlink ou Kuiper, lequel va gagner? Peut-être Kuiper, encore plus disruptif que Starlink parce qu'il va embarquer de l'imagerie et qu'il dispose du réseau de distribution d'Amazon. Mais la question reste ouverte. Peut-être que les Chinois et les Indiens arriveront bientôt sur le marché...

Quoi qu'il en soit, avec le « Direct from space to device », la 5G nouvelle génération, la 6G, on imagine, dans l'avenir, des constellations qui permettent d'aller directement sur le smartphone et des satellites qui fonctionnent comme une borne supplémentaire. Ericsson et Huawei approvisionnent déjà directement leurs constellations de satellites. Mais dans ce monde-là, que deviendront les Satcoms, dont on n'aura plus besoin?

On parle moins, ces derniers temps, de Greg Weiler, à l'origine de OneWeb, aujourd'hui installé à Toulouse pour être un opérateur français avec sa société e space. Son idée, ce sont 300 000 tout petits satellites de la taille d'un smartphone. Encore une autre dimension que 6 000 !

Toutes ces constellations constituent désormais une sorte de base permanente dans l'espace avec des milliers de satellites qui représentent des milliers d'opportunités d'emport pour de nouveaux services (hydrologie, observation de la terre, mesure de gaz à effet de serre...), générant des masses d'informations et de données. Un sujet qui intéresse beaucoup les militaires. Aux États-Unis, le programme SDA, conçu à l'origine comme une couche de transport de données, est en train de devenir un système multi-senseurs, multi-missions : détection de lancements de missiles, alertes climatiques, positionnement, navigation, surveillance de l'espace... Une base permanente en orbite basse.

Nous sommes en encore loin, en Europe, de ces architectures très innovantes. Mais c'est ce qu'il faut imaginer avec, peut-être, la deuxième génération d'Iris Square.

Impacts sur la défense de l'environnement spatial

Toutes ces innovations entraînent un nombre croissant d'objets en orbite, et donc de nouvelles approches et de nouveaux entrants concernant le retrait de débris. Par exemple, comme on le voit sur l'image du milieu de la figure 9, avec un bras robotique.

Sur la gauche, on voit une image terrible d'orbite de poubelle de l'espace...

Peut-on imaginer que le nettoyage de l'espace soit privé? Beaucoup de startups se créent, mais le marché est-il suffisant pour que cela devienne rentable?

Les États-Unis garderont-ils la suprématie? Sans doute. Elon Musk vient de s'abonner au service d'anticollision gratuit de l'Union européenne. Va-t-il se mettre à réguler le trafic spatial? Ce serait assez grave.

En attendant, une touche plus optimiste pour finir, avec deux événements majeurs pour l'Europe: le lancement d'Ariane 6, le 9 juillet, qui nous rend l'accès autonome à l'espace et le dépôt d'une offre concernant la constellation IRIS2 à la commission européenne attendue le 18 juillet.

Post conférence: le consortium IRIS2 a finalement à nouveau reporté le dépôt d'une offre à fin août, après modification du positionnement des acteurs dans le consortium - la principale modification concerne les constructeurs qui n'acceptent pas de prendre un risque financier et demandent à être sous-contractants.



Artist Conception of Space Debris

Quelles prochaines étapes

Encore plus d'impacts sur la défense de l'environnement spatial!

Nouvelles approches de space traffic management nécessaires - utilisation plus dynamique du spectre, déconfliction entre les systèmes

Belles perspectives au transport et traitements de données

Suprématie US? Amazon Market place 1^{ère} pf d'achat de données spatiales et Elon Musk grand coordinateur du trafic spatial?



Figure 9



Débats

Marc Pircher : Dans l'usage du spatial, nos amis américains ont pris une vitesse et atteint un ordre de grandeur que l'on n'avait pas du tout anticipés. Sur la partie science, il y a encore énormément de choses à faire, évidemment, le spatial ne concerne pas que les télécoms, et l'observation de la Terre. L'Europe s'est placée sur les sentinelles, et ça marche bien. Le monde scientifique se complémente pas mal. Reste l'exploration lunaire, l'exploration martienne... Là aussi, les dimensions sont très internationales. Comme on l'entend, ce monde spatial est en train de bouger très vite. Avec une accélération depuis 2018 qui est assez fascinante.

Caroline Laurent : C'est vrai, nous avons des missions magnifiques, des Athena, Lisa, des missions d'exploration de l'univers, de sciences de l'univers, qui vont être extraordinaires, et dans lesquelles nous sommes un peu les égaux des américains.

Le lanceur Ariane 6 va-t-il être un concurrent de SpaceX, ou joue-t-il dans une gamme différente ?

Caroline Laurent : On aimerait bien pouvoir jouer dans une gamme différente. En réalité, pour qu'il soit un concurrent de SpaceX, il va falloir que les États acceptent de payer un peu les coûts d'exploitation. Sur Ariane 6, il y a d'abord le problème de l'Europe. C'est bien de faire l'Europe, mais on ne peut pas faire à 22 pays - ou même à 6 ou 7, ceux qui contribuent à Ariane -, la même chose que ce que fait Elon Musk tout seul dans le Texas. Ce n'est pas possible. Il y a donc un problème de compétitivité. En plus, il a développé un moteur et il en met onze au premier étage, là où nous avons de la propulsion solide. Et en prime, il fait des lanceurs réutilisables. Quand on les a vu arriver en Europe, on avait pensé que ce ne serait jamais intéressant économiquement parce cela demanderait énormément de lancements. Réutiliser une fois, les américains l'ont déjà fait avec la navette, pour des coûts prohibitifs. Sauf qu'en fait, Elon Musk en lance tellement avec ses Starlink qu'on n'avait pas vu venir - 100 par an - que ça devient économiquement rentable. Là où en Europe, on aimerait bien arriver à fabriquer et à vendre 10 lancements par an, lui, il en fait 100. Ce ne sont pas tout à fait les mêmes chaînes !

Marc Pircher : Le problème des lanceurs européens, avec la souveraineté d'accès à l'espace, est un problème dans l'organisation à la fois industrielle, au niveau du retour géographique et au niveau du marché. Pour amortir tout ça, il faudrait une partie du marché mondial. On n'imagine

pas Elon Musk lancer des milliers de satellites avec autre chose que ses propres lanceurs. Et l'on n'a pas parlé de Starship: il ne veut pas qu'aller sur Mars. Il veut aussi lancer par paquets. Donc, Ariane 6, telle qu'on la voit, ne sera pas une concurrence directe. En revanche, il faut qu'elle trouve sa niche de marché et qu'elle arrive à assumer la souveraineté européenne des satellites.

Caroline Laurent : Ariane 6 est importante pour retrouver l'accès à l'espace. Honnêtement, aujourd'hui, avec la fin d'Ariane 5 et les échecs de Vega, l'Europe a perdu l'autonomie d'accès à l'espace.

On parle peu de la Chine et de l'Inde, qui sont des grands pays qui investissent énormément en sciences, technologies, formations, de haut niveau. Ne pensez-vous pas qu'ils vont apparaître sur ces marchés ?

Caroline Laurent : Même si l'on a moins d'informations sur ce qui se passe en Chine, c'est un marché de suprématie, donc ils vont arriver, il n'y a pas de doute. Mais pour l'instant, ils ne sont pas là, la disruption est venue d'Elon Musk et le suivant qu'on voit arriver, c'est Kuiper, c'est-à-dire Amazon. Les Indiens aussi arriveront, nous sommes en train d'en faire nos partenaires stratégiques, un peu comme dans le monde militaire. On pense qu'on doit pouvoir développer des lanceurs avec eux, mais ils arriveront encore après.

Marc Pircher : Je pense qu'il faut éviter d'essayer de courir derrière Elon Musk, sinon nous serons toujours en retard. Il faut se caler sur des niches différentes. L'espace, ce n'est pas que les télécoms - ce que fait Elon Musk - ni l'observation, qui va essayer de prendre toute l'imagerie, etc. Il faut arriver à se différencier et être en avance. Nous sommes en avance sur les sondeurs. L'Europe est quand même très en avance sur les sentinelles, sur les parties observation de la Terre, météorologie, etc. Gardons ces avances. Nos altimètres sont remarquables. Même les Américains nous les achètent. Il faut se caler sur ces créneaux-là, qui, en prime, ne représentent pas des milliers de satellites, et éviteront de « s'encombrer » là-haut.

À propos des satellites qui servent à la navigation... L'Europe a lancé Galileo qui rend des services intéressants. On a un GPS Naxxar. Mais quand on regarde ce qui se passe en Ukraine, on voit bien que ces signaux sont brouillés. Y a-t-il des réflexions en cours pour penser des systèmes plus protégés ?

Caroline Laurent : Oui, on va faire des démonstrateurs avec des nano-satellites. D'ailleurs, il y a des systèmes d'augmentation, des systèmes de localisation de brouilleurs, des systèmes d'intégrité qui vont permettre de lutter contre le brouillage. Il y a un programme qui s'appelle LEO PNT. Nous, Français, qui aimons bien la souveraineté, aurions voulu que cela reste national ou européen, mais pas que ce soit l'ESA qui s'en empare. Mais c'est ce qui s'est passé.

Mais oui, il y a des projets. La multiplication des capteurs est aussi une solution, et aussi d'en avoir en orbite haute et en orbite basse. La première mission secondaire d'Iris Square, dans la deuxième génération, sera de rajouter de la navigation. Et les militaires américains prévoient de rajouter aussi des systèmes de positionnement mieux protégés contre le brouillage dans leur grande constellation SDA. Le brouillage est un vrai sujet qui aujourd'hui n'est plus seulement militaire.

Est-ce qu'un traité international sur la sécurité en orbite est envisageable? Et dans quel cadre?

Caroline Laurent: C'est ce qu'essaient de faire les Nations unies. On le fera en Europe. Mais je ne sais pas si les Chinois ou les Coréens accepteront de se plier aux contraintes. Le problème, ce n'est pas le monde occidental.

Marc Pircher: Il existait déjà, en 1967, un traité international pour la non-militarisation de l'espace: pas d'agressivité là-haut. C'était avant que les américains aillent sur la Lune, et surtout, ils étaient, à l'époque, un peu en retard vis-à-vis des Russes.

Caroline Laurent: Je pense que c'est envisageable, mais que le périmètre sera plus petit que ce qu'on pourrait espérer.

Mots-clés: Ariane 6, Iris Square, Kineis, new space, old space, SpaceX, Starlink

Citation: Caroline Laurent & Marc Pircher. (2024). *Disruptions et politiques publiques dans le domaine spatial*. Les soirées de l'Académie des technologies. @

Retrouvez les autres parutions de l'Académie des technologies sur notre site [academie-technologies.fr](https://www.academie-technologies.fr)
Académie des technologies. Le Ponant, 19 rue Leblanc, 75015 Paris. 01 53 85 44 44

Production du comité des travaux.
Directeur de la publication: Patrick Péлата
Rédacteur en chef de la série: Hélène Louvel
Auteur: Marie-Claude Tregliat
n° ISSN: en attente