

Espace : ADI au cœur de la nouvelle ère des satellites commerciaux



Par Yasmine King, General Manager, Aéronautique, Défense et RF, Analog Devices, Inc.

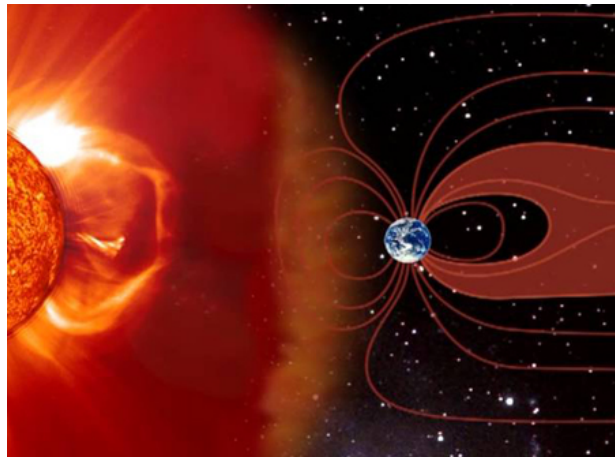
Ces dernières années, le modèle d'affaires de l'industrie spatiale s'est radicalement transformé : des nouveaux venus capitalisent sur de nouveaux marchés en lançant de nouveaux projets ambitieux pour en exploiter les formidables opportunités commerciales. Les lancements de satellites commerciaux ont proliféré et les coûts diminué de façon significative. La « Loi de Moore » s'est appliquée au secteur spatial, incarnée par des lanceurs moins chers et des satellites toujours plus petits. De dimensions proches d'une mobylette et par conséquent très légers, les satellites actuels se caractérisent par des coûts de fabrication et de lancement inférieurs à ceux de leurs prédécesseurs ultra-complexes dont la taille était comparable à celle d'un autobus.

Les progrès accomplis dans les domaines de la conception, de la fabrication et de la normalisation, sans oublier le raccourcissement des délais de lancement sur le marché, ont eu un impact particulièrement positif sur le secteur en rendant le déploiement des satellites commerciaux à la fois plus flexible et plus rapide. Les entrepreneurs privés du « New Space », au rang desquels SpaceX, OneWeb, Telesat ou Amazon, prévoient de lancer en orbite terrestre basse (LEO) des mégaconstellations comptant plusieurs milliers de satellites au cours de la prochaine décennie, créant ainsi un réseau de connectivité capable de couvrir l'ensemble de la planète, y compris les zones historiquement délaissées.



Le rapide essor du marché des satellites commerciaux¹, essentiellement composé de satellites LEO peu onéreux, représente désormais le véritable moteur de cette industrie, en lieu et place des satellites géosynchrones (GEO) qui évoluent à une altitude plus élevée et sont beaucoup plus coûteux. Parallèlement à cette transformation, le niveau de protection contre les rayonnements demeure une question primordiale. Pour des raisons financières — mais aussi parce qu'il n'en a généralement pas l'usage —, ce marché en plein essor et qui génèrent d'importants volumes ne peut utiliser les circuits intégrés, les composants et les dispositifs « traditionnels » qualifiés pour l'environnement spatial, tolérants aux rayonnements et qui se distinguent par un haut niveau de coûts et d'exigences.

Les produits traditionnels affichent une haute fiabilité qui leur permet de survivre pendant plusieurs décennies dans les environnements les plus sévères, que ce soit à bord des missions de la NASA ou de satellites de télécommunications géostationnaires en orbite terrestre haute. À ces altitudes, les rayonnements sont les plus intenses, de même que les risques pour les composants électroniques embarqués. Mais ces missions conçues pour durer de 15 à 20 ans dans un environnement exposé à des rayonnements très intenses représentent aujourd'hui une partie minime du marché. Le modèle du New Space est différent : les missions durent quelques années, voire quelques mois, et le degré de durcissement aux rayonnements nécessaire est minime, compte tenu de la relative faiblesse des menaces liées aux rayonnements spatiaux.



L'espace, un environnement sujet à d'intenses rayonnements

Les rayonnements constituent la principale menace pour les systèmes électroniques qui équipent les satellites et les engins spatiaux. Leurs effets sont nombreux, du dysfonctionnement temporaire aux défaillances catastrophiques en passant par les dégradations de longue durée. Face à cette menace, l'électronique durcie spécifiquement testée pour contrer les effets des radiations et assurer la survie des équipements représente le meilleur moyen de défense.

Principaux moteurs de l'essor des satellites commerciaux :

- des coûts de lancement inférieurs
- des engins spatiaux plus compacts, plus légers et moins chers
- la nécessité d'utiliser une technologie microélectronique moderne et des fonctionnalités accrues
- le rôle croissant des missions LEO et des constellations de satellites plus importantes

¹ Selon les prévisions de la Bank of America, l'économie spatiale connaîtra en dix ans une croissance de 230 %, passant de 424 à 1 400 milliards de dollars entre 2019 et 2030, essentiellement en raison des opportunités d'investissement des entreprises (B2B) et des gouvernements. [CNBC, 4 octobre 2020](#).

- des délais de commercialisation réduits

97 %

DES 366 MILLIARDS GÉNÉRÉS PAR LE SECTEUR SPATIAL SONT ATTRIBUÉS À
L'ÉCONOMIE DU « SPATIAL POUR LA TERRE »²

[Harvard Business Review](#), 12 février 2021.

Vers les mégaconstellations

La croissance explosive de cette industrie commerciale permet d'accéder plus facilement que jamais à l'espace, et le déploiement de mégaconstellations composées de milliers de satellites peu coûteux et qui évoluent en orbite basse est déjà en route.

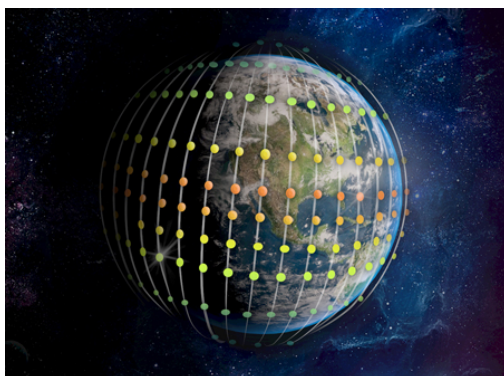
SpaceX, l'un des leaders sur le marché des satellites spatiaux commerciaux, réutilise le premier étage (*booster*) de ses fusées Falcon 9 et peut placer simultanément en orbite basse jusqu'à 60 satellites plus légers et moins onéreux. Le « covoiturage spatial » et la réutilisation des *boosters* permettent de réduire les coûts de lancement, et par conséquent de ramener le prix par satellite à seulement un million de dollars. Ces satellites LEO tournent autour de notre planète à une altitude de 550 kilomètres, soit environ 3 % de la distance de l'orbite géostationnaire.

L'orbite terrestre basse permet de réduire de façon significative la latence des signaux, avec pour conséquence une réponse plus rapide qui convient aux attentes d'applications aussi exigeantes que les communications critiques, la chirurgie robotique à distance, les transactions financières ou les jeux électroniques. Cependant, ces orbites basses ne permettent pas aux satellites de visualiser une superficie terrestre comparable à celle de leurs homologues géostationnaires qui évoluent à des altitudes plus élevées. Résultat, davantage de satellites LEO sont nécessaires pour assurer une couverture comparable.

Les petits satellites et les mégaconstellations sont de plus en plus répandus ; plus d'un millier de satellites LEO devraient être lancés chaque année.

Compte tenu du très grand nombre de satellites formant une mégaconstellation, aucune entreprise commerciale ne peut dépenser des milliers de dollars par unité pour acheter des composants traditionnels et exploiter de nombreux satellites. Les entrepreneurs du New Space qui opèrent dans le secteur des satellites commerciaux ont besoin d'une solution viable et économique qui répond aux exigences de leurs missions et affiche un ratio risque-récompenses optimisé.

² Le « *Space for Earth* » regroupe les biens et les services produits dans l'espace et utilisés sur Terre : télécommunications, infrastructure Internet, capacités d'observation de la Terre et autres satellites de sécurité nationale.



Les mégaconstellations, un secteur en pleine expansion

L'expression « New Space » désigne une industrie privée en plein essor dont les acteurs s'efforcent de développer la technologie durcie aux rayonnements la plus compacte, la plus performante et la plus rentable pour répondre aux exigences d'un environnement sujet à des radiations peu élevées ou relativement bénignes dans le cadre de missions de courte durée.

Les objectifs :

- un accès simplifié à l'espace
- fournir des satellites plus compacts et moins chers, pesant moins de 500 kg et capables d'assumer une seule fonction
- l'orbite terrestre basse (LEO) correspond à seulement 3 % de l'orbite géostationnaire et se caractérise par un niveau de rayonnements peu élevé
- des réseaux de communications plus complexes sont nécessaires

Des solutions commerciales pour combler l'écart

De par leurs dimensions réduites, les satellites de nouvelle génération requièrent une approche de la conception innovante que ne permettent pas les composants traditionnels, ce qui implique d'en réduire la taille, le poids, la consommation d'énergie (valeurs SWaP³) et le coût. L'utilisation de composants commerciaux standard COTS⁴ moins coûteux dans les applications spatiales apporte de multiples avantages, parmi lesquels l'accès à des technologies avancées, un niveau d'intégration accrue, des performances supérieures et des valeurs SWaP plus intéressantes. Toutefois, les composants standard ne peuvent à eux seuls assurer un niveau de protection, de tests et de fiabilité suffisant à de nombreux projets du New Space.

Avec ses composants spatiaux standard, Analog Devices comble l'écart entre les produits COTS d'entrée de gamme et les produits traditionnels hermétiques, qualifiés pour l'espace et certifiés QML classe V⁵. Les produits spatiaux commerciaux conjuguent fiabilité et faible coût pour atteindre un niveau de risque acceptable. Entre autres caractéristiques, citons l'uniformité et la

³ Size, Weight and Power

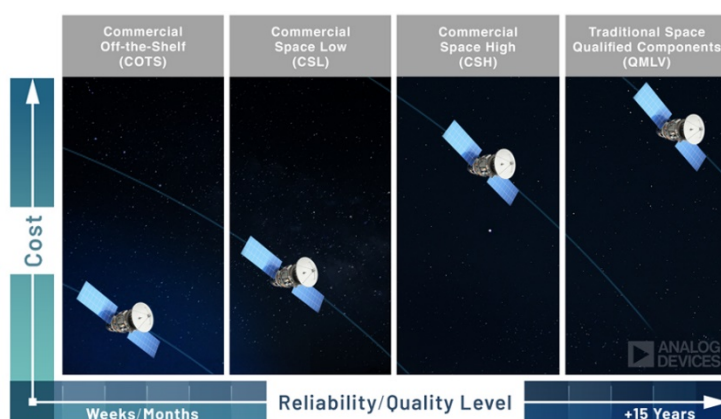
⁴ Commercial Off the Shelf

⁵ Les composants de la liste de fabricants QML (*Qualified Manufacturers List*) de Classe V sont destinés à être utilisés dans les applications de vol spatial les plus rudes et doivent satisfaire aux exigences de performances, de qualité et de fiabilité définies dans les spécifications MIL-PRF-38535. En choisissant ces composants QML de Classe V, les utilisateurs sont assurés que les méthodes de tests et les procédures de qualité des fabricants de composants répondent aux normes rigoureuses du programme du gouvernement américain d'activité de qualification. <https://bityl.co/CDzE>

traçabilité des lots de plaquettes, la surveillance des rayonnements et des capacités de test améliorées, autant de critères dont sont dépourvus les produits COTS.

« Une entreprise spécialisée dans les mégaconstellations peut décider d'utiliser dans ses satellites des composants en plastique standard, sans aucune qualification aux rayonnements. Mais d'autres organes de la chaîne de signal peuvent présenter un risque nettement plus élevé », explique Chris Chipman, directeur de la ligne de produits, Aerospace, Défense & RF d'ADI. « Celles-ci ne peuvent tomber en panne, car elles régulent des systèmes de vol critiques, par exemple le contrôle de télémétrie du système radio. Les entreprises ne peuvent prendre le risque que leur service soit inactif pendant une longue durée, ce qui favorise l'adoption de composants plus performants. »

Évaluation des qualités de produits spatiaux



Deux nouvelles qualités de produits pour l'espace commercial

Analog Devices a créé deux nouvelles catégories de produits pour répondre aux besoins multiples de l'industrie émergente des satellites commerciaux. Ce portefeuille est axé sur les satellites LEO et les mégaconstellations mises en orbite dans des environnements à faible niveau de rayonnements, ainsi que sur la pression exercée sur le coût des satellites GEO traditionnels. Cumulant plus de quatre décennies d'expérience dans la fabrication de composants de qualité spatiale, ADI développe des produits dont le niveau de flexibilité, de fiabilité et de qualité convient à tous les profils de mission.

Qualité *Commercial Space Low* (CSL)

Conçues pour les applications dont le coût est un critère majeur ou réalisées en grands volumes, les solutions CSL (*Commercial Space Low*) se caractérisent par un processus de test et sélection adapté aux constellations LEO en orbite dans des environnements à faible rayonnement.

Qualité *Commercial Space High* (CSH)

Conçus pour les clients qui requièrent un niveau de fiabilité maximum tout en bénéficiant de coûts réduits et de fonctionnalités avancées, les produits de la gamme CSH (*Commercial Space High*) présentent les niveaux de contrôle et de qualification aux rayonnements les plus élevés assortis des tests les plus rigoureux. Ces produits peuvent être utilisés lorsque des conditionnements hermétiques (équivalent à la certification QML V selon la norme SAE AS6294) ne sont pas disponibles. Outre les caractéristiques de la série CSL, la gamme CSH assure un processus de sélection et un contrôle qualité d'une très haute fiabilité.

De nouveaux produits qui améliorent notre qualité de vie

Les approches COTS, CSL et CSH permettent non seulement de maximiser les valeurs SWaP, de réaliser des satellites plus petits et de mettre des mégaconstellations sur orbite, mais également d'améliorer la qualité de vie et de sauver des vies — et ce, grâce à la capacité d'innovation de l'industrie des satellites commerciaux et aux ambitions des entrepreneurs du New Space.



Les données acquises par les satellites d'observation de la Terre fourniront des informations précieuses qui permettront de mieux comprendre les rivières, les océans, les forêts et les infrastructures de la planète pour rendre l'agriculture plus productive et améliorer la gestion de l'eau, des ressources et de la faune.

Les systèmes satellitaires qui couvrent la planète d'une connectivité large bande peuvent contribuer à atténuer l'effet des catastrophes, ouragans et

feux de forêt qui semblent se multiplier sous l'effet du changement climatique. Par exemple, les services d'urgence de la ville de Malden (État de Washington) ont déjà eu recours à la connectivité spatiale pour aider les habitants à reconstruire leur vie à la suite d'importants incendies de forêt.



Cette technologie peut également aider des petites villes comme Odessa (Texas) dont près de 40 % des foyers qui habitent cette région austère, plate et sèche se plaignent de la médiocrité, voire de l'inexistence, de leur réseau haut débit. La connectivité assurée par les « routeurs de l'espace » pourrait par exemple aider les écoliers à suivre leurs cours à la maison.

À propos du groupe Produits Spatiaux d'Analog Devices

Depuis plus de 45 ans, Analog Devices fournit des composants de haute fiabilité au coût optimisé pour les applications spatiales.

Analog Devices aide les entreprises historiques et les acteurs du New Space à envoyer plus rapidement des satellites LEO et GEO dans l'espace grâce à un portefeuille complet de produits traditionnels robustes, fiables et tolérants aux rayonnements, ainsi qu'à deux nouvelles catégories de produits commerciaux. Partenaire, collaborateur et conseiller technique hautement fiable, Analog Devices aide ses clients à concevoir des produits qui fonctionnent dans les environnements les plus exigeants et contribuent au succès des missions les plus complexes tout en affirmant leur compétitivité sur leurs marchés respectifs.