

ETUDE DE CAS : AIRBUS-ONEWEB

Stratégie de réaction des firmes en place face à
l'arrivée de nouveaux entrants dans le secteur spatial

Table des matières

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| I. L'INDUSTRIE SPATIALE: | 5 |
| UNE PERIODE AVANT LE NEW SPACE : L'ECHEC DES CONSTELLATIONS | 5 |
| 1.1 LES PREMICES DE L'INDUSTRIE SPATIALE | 5 |
| Le secteur spatial et ses origines | 5 |
| 1.2 LA TECHNOLOGIE SOUS-JACENTE | 6 |
| 1.3 APERÇU DES EPOQUES DE L'INDUSTRIE SPATIALE : DES ANNEES 90 A NOS JOURS | 7 |
| Lien étroit entre les programmes spatiaux et projets de défenses..... | 7 |
| Ambiguïté du modèle | 7 |
| Le virage des années 90..... | 7 |
| Impact des technologies de l'information..... | 8 |
| 1.4 HISTOIRE DES CONSTELLATIONS DE SATELLITES | 8 |
| Petit satellite et constellation de satellites | 8 |
| Présentation du concept de constellation de satellites LEO..... | 8 |
| Historique des projets de constellations..... | 9 |
| Succès et échecs..... | 9 |
| 1.5 L'INTERET POUR LES CONSTELLATIONS DE SATELLITES | 10 |
| La baisse des coûts pour les petits satellites | 10 |
| Standardisation et croissance du marché commercial..... | 11 |
| Développement de l'exploitation des constellations..... | 12 |
| Multiplication du nombre de lancements de petits satellites | 12 |
| Intérêt commercial croissant dans le domaine de l'imagerie et des données privées..... | 13 |
| De nouveaux acteurs, des petits satellites, des pays étrangers..... | 14 |
| Potentielle viabilité des constellations de satellites à orbite basse | 15 |
| L'avenir des petits satellites..... | 15 |
| 1.6 LES PRINCIPAUX ACTEURS DES PROJETS DE CONSTELLATION | 15 |
| Starlink (SpaceX)..... | 18 |
| O3B Networks..... | 20 |
| Globalstar New Generation : | 20 |
| Iridium Next: | 20 |
| Leosat : | 21 |
| 1.7 DES INDUSTRIES SPATIALES : LES PRINCIPAUX SEGMENTS DE MARCHÉ DU SECTEUR SPATIAL | 21 |
| Marché civil et institutionnel | 22 |
| Marché Commercial | 23 |
| Marché Militaire..... | 24 |
| Segments et chaîne de valeur | 25 |
| 1.8 LES ASPECTS REGLEMENTAIRES | 28 |
| Contrôle à l'exportation et autres réglementations | 28 |
| Politique spatiale européenne et principe du retour géographique..... | 29 |
| II. UNE NOUVELLE DONNE POUR LE SECTEUR SPATIAL | 33 |
| 2.1 ÉMERGENCE DU NEW SPACE ET MENACES POUR LES FIRMES EXISTANTES | 33 |
| Les nouvelles utilisations des applications spatiales..... | 33 |
| De nouveaux acteurs en quête d'une nouvelle vision de l'espace..... | 34 |
| Acteurs et visions | 34 |
| Des New Space ? | 35 |
| 2.2 LES NOUVEAUTES DU NEW SPACE | 35 |
| Émergence du New Space et investissement massif des sociétés de capital-risque..... | 35 |
| Les grandes tendances..... | 39 |
| Une nouvelle répartition des rôles | 40 |
| L'Europe face au New Space | 41 |
| 2.3 DE NOUVEAUX ENTRANTS PEU COMMUNS AU MONDE TRADITIONNEL DU SECTEUR SPATIAL | 41 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4 RISQUES LIES AU DEVELOPPEMENT DU NEW SPACE ET DES CONSTELLATIONS : LES DEBRIS SPATIAUX ET COLLISIONS | 42 |
| III. ONEWEB | 44 |
| 3.1 PRESENTATION DU PROJET | 44 |
| 3.2 LA MISSION DE ONEWEB: | 44 |
| 3.3 LES ORIGINES DE ONEWEB | 45 |
| La fusion avortée avec Intelsat..... | 45 |
| Combien de satellites faudra-t-il ?..... | 47 |
| Profiter du retour d'expérience d'03B..... | 48 |
| Greg Wyler..... | 48 |
| 3.4 ONEWEB ET SON MODELE COMMERCIAL..... | 49 |
| <i>Les avancées récentes de OneWeb.....</i> | <i>51</i> |
| 3.5 RAPPROCHEMENT ENTRE ONEWEB ET AIRBUS..... | 51 |
| 3.6 PRESENTATION DU GROUPE AIRBUS..... | 53 |
| Airbus Group..... | 54 |
| La division spatiale | 55 |
| De solides capacités de recherche et de technologie | 55 |
| Activités à l'échelle mondiale et base de revenus diversifiée..... | 56 |
| Dépendance accrue à l'égard des sous-traitants et des fournisseurs | 56 |
| IV.ANNEXES | 57 |
| ANNEXE 1 : COMPARATIF DES SOLUTIONS SATELLITE GEO Vs LEO | 57 |
| ANNEXES 2 : QUELQUES INNOVATIONS TECHNIQUES EN-COURS ET FUTURES PREVUES POUR LES SATELLITES (ACCES A L'ESPACE ET PLATEFORMES) | 58 |
| ANNEXE 3 : QUELQUES INNOVATIONS TECHNIQUES EN-COURS ET FUTURES PREVUES POUR LES SATELLITES (CHARGE UTILE ET COMMUNICATION) | 58 |
| ANNEXE 4 : RESULTAT COMMERCIAL DU GROUPE AIRBUS ENTRE 2013 ET 2017 | 59 |
| ANNEXE 5 : RESULTAT COMMERCIAL DU GROUPE AIRBUS PAR SEGMENT D'ACTIVITES ENTRE 2015 ET 2017 | 59 |
| ANNEXE 6 : PRINCIPAUX INDICATEURS FINANCIERS DU GROUPE AIRBUS | 60 |
| ANNEXE 7 : PRINCIPAUX INDICATEURS DE LIQUIDITES..... | 60 |
| ANNEXE 8 : PRINCIPAUX INDICATEURS COMMERCIAUX DU GROUPE AIRBUS PAR SEGMENT ET PAR REGION | 61 |
| INSTRUCTIONS – VOTRE MISSION..... | 61 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 Projection de lancement Nano/micro satellite (1-50 Kg)..... | 11 |
| Tableau 2 Projection du nombre de Nano/Microsatellite par secteur (1-50 kg) | 12 |
| Tableau 3 Projection du marché de nano/microsatellite par utilisation | 14 |
| Tableau 4 Nombre de sociétés déposant une demande d'exploitation de petits satellites auprès de l'UIT | 16 |
| Tableau 5 Les principaux projets de constellations (à Décembre 2016) | 16 |
| Tableau 6 Les principales constellations de télécommunications actives à ce jour..... | 16 |
| Tableau 7 Les constellations de petits satellites financés sur fonds privés | 17 |
| Tableau 8 Vision mondiale du développement des smallsats | 17 |
| Tableau 9 Projection du nombre de satellites en orbite jusqu'en 2024..... | 18 |
| Tableau 10 l'ascension de SpaceX depuis 2010 | 19 |
| Tableau 11 Les principaux fabricants et intégrateurs de satellites dans le monde..... | 22 |
| Tableau 12 Prévision des évolutions des capacités télécoms en fonction des applications..... | 23 |
| Tableau 13 Nombre de satellites lancés dans le monde par type d'exploitant..... | 24 |
| Tableau 14 Répartition satellite par utilisation..... | 25 |
| Tableau 15 Principales activités de l'industrie spatiale..... | 25 |
| Tableau 16 Marché mondial de la fabrication de satellite..... | 26 |
| Tableau 17 Marché mondial des lanceurs..... | 26 |
| Tableau 18 Estimation des chaînes de valeur de la production des satellites jusqu'aux services liés à la donnée (en Milliards de \$)..... | 27 |
| Tableau 19 Répartition de la chaîne de valeur du secteur spatial | 28 |
| Tableau 20 : Contribution des membres à l'ESA et budget annuel des principales agences européennes..... | 30 |
| Tableau 21 : Budget de l'ESA par domaine en 2016 | 31 |
| Tableau 22 : Origine et historique de la construction des sociétés Airbus et Thales..... | 32 |
| Tableau 23 : Investissement des sociétés de capital-risque dans les start-ups..... | 36 |
| Tableau 24 : Montant d'investissement des sociétés de capital-risque dans les projets de constellations..... | 37 |
| Tableau 25: Type d'investisseur suivant le cycle de vie de la société | 37 |
| Tableau 26: Montant moyen levé par start-up..... | 38 |
| Tableau 27 : Type d'investisseur dans le secteur spatial public et privé..... | 38 |
| Tableau 28: Dépenses gouvernementales dans le secteur spatial à l'échelle mondiale..... | 41 |
| Tableau 29: Résumé des constellations Oneweb, Boeing, SpaceX | 43 |
| Tableau 30: Prévision d'évolution du marché des petits satellites | 43 |
| Tableau 31: Les potentielles synergies dans le cas d'une fusion Intelsat-Oneweb | 46 |
| Tableau 32: Descriptif de la solution OneWeb | 53 |
| Tableau 33: Répartition du chiffre d'affaires du Groupe Airbus par segment d'activité | 54 |

INTRODUCTION

L'industrie spatiale européenne a pendant longtemps été française (avec Sud Aviation ou Sereb) et ne s'est pas distinguée de ses homologues américains ou russes dans sa conception. En effet, les composantes industrielles du secteur spatial sont très liées avec l'industrie militaire et l'activité publique. Les technologies utilisées dans la réalisation des lanceurs spatiaux étaient très proches des technologies utilisées dans les missiles balistiques. Le début de la guerre froide est un événement qui a fondé l'organisation des secteurs spatiaux publics et industriels. Les exploits réalisés dans les secteurs spatiaux sont devenus des marques de succès des modèles de société et des gouvernements qui les portent.

Néanmoins, cet équilibre semble être déstabilisé par de nouveaux acteurs et de nouvelles dynamiques qu'il convient désormais d'appeler le New Space. Ces nouveaux acteurs se caractérisent par leur extériorité au secteur spatial historique et sont majoritairement issus du secteur des nouvelles technologies et d'internet. Ces nouveaux entrants impulsent des changements majeurs à la fois technologiques et commerciaux dans l'ensemble de cette industrie spatiale, non habituée au changement. Ils souhaitent y investir pour lui donner un nouvel élan, le transformer et étendre leur entreprise au-delà des frontières de l'orbite terrestre. C'est un nouveau choc pour l'industrie spatiale. Comment ces sociétés qui n'ont pas participé à la construction de l'industrie et de la politique spatiale prétendent-elles bouleverser la culture et les règles de cette industrie presque séculaire ? En effet qu'un nouvel entrant aux États-Unis décide de chambouler l'organisation, l'économie de la filière du lancement d'engins spatiaux et que toute une industrie européenne se voit menacer de partir en éclat, la tendance est mal vécue.

L'émergence de ces nouveaux acteurs est née de l'évolution de nos modes de vie qui a été influencée par des dynamiques nées d'outre-mer et conduit aujourd'hui à un rééquilibrage du secteur spatial.

Mais que faire dans l'espace ?

L'objectif des différents acteurs n'est plus d'aller là où personne n'est jamais allé. Le temps de la guerre froide et des clubs fermés des pays spatiaux sont révolus et aujourd'hui près d'une soixantaine de pays possèdent désormais un satellite en orbite et ces pays souhaitent avant tout répondre à leurs besoins de développements. Concernant les GAFAM, ces géants du numérique (Google Apple Amazon Facebook), qui investissent massivement dans le spatial, ils souhaitent investir sur ce secteur pour y faire des profits et l'ensemble de ces dynamiques dessinent les fondations du New Space.

Les grands programmes d'exploration nécessitant des investissements publics colossaux connaissent de moins en moins de succès et en cela nous pouvons parler d'un New Space qui s'oppose ainsi à l'Old Space. Cette situation nouvelle met les gouvernements, les agences spatiales et les industries en place dans une situation inédite, car ces nouveaux projets doivent parfois répondre à des objectifs de rentabilité, d'investissements à long terme, des cadences industrielles jamais vues dans le secteur spatial. Ces différents mouvements et stratégies coupent court avec les habitudes d'un secteur très structuré et peu souvent remis en cause surtout pour les puissances spatiales établies comme l'Europe, la Russie ou les États-Unis.

Des questions majeures émergent alors auprès des acteurs historiques qui doivent notamment trouver des solutions ou des réponses pour éviter d'être dépassé sur leurs marchés actuels et de tirer profit de l'émergence de ce New Space.

Dans ce cadre, notre étude a pour objectif de comprendre les raisons qui ont amené Airbus à s'associer avec Oneweb et de comprendre les éventuels impacts de ce partenariat pour l'industrie spatiale.

I. L'industrie spatiale:

Une période avant le New Space : l'échec des constellations

Le traumatisme de Pearl Harbor marque l'histoire de l'industrie spatiale notamment celle de l'évocation d'une possible attaque avec de nouvelles armes réputées imparables. En effet, ce sentiment de compétition, et de peur stimulera l'ensemble de l'économie américaine ainsi que l'organisation des rapports institutionnels et sociaux du pays et ce fut également le cas des Soviétiques avec les débuts de la guerre froide. Ces deux grands pays rivaux vont investir dans des complexes industriels extraordinaires et consacrer d'énormes ressources à cette compétition. Certains pays pionniers de l'activité spatiale vont également prendre part à cette course, mais dans une moindre mesure, dont la France. En effet, la maîtrise des technologies spatiales était devenue une valeur stratégique et nécessiterait un effort national de grande ampleur : cette initiative est d'ailleurs à l'origine de la création du CNES en 1961 et par la même occasion elle a aussi motivé la volonté d'un effort européen dans le développement de la filière. Cependant, l'Europe étant constituée de plusieurs pays, cet engagement collectif était insuffisant pour unir des pays avec des objectifs très divers dont les motivations étaient très différentes des deux grandes puissances. L'objectif scientifique est donc apparu comme le seul axe fédérateur pour faire coopérer des pays partenaires sur des objectifs très variés.

1.1 Les prémices de l'industrie spatiale

Un satellite est désigné comme tout objet artificiel ayant été placé intentionnellement sur orbite par l'action de l'homme. Pour les distinguer des satellites naturels comme la Lune, il est courant de les désigner comme satellite artificiel. L'histoire des satellites artificiels remonte aux années 1950 dont le premier satellite artificiel envoyé dans l'espace fut le fameux « Spoutnik 1 », un satellite artificiel de la taille d'un ballon de basketball lancé par l'Union soviétique en octobre 1957. Cet événement marqua le début du programme Spoutnik soviétique et déclencha la course à l'espace entre les États-Unis d'Amérique et l'Union soviétique.

Le secteur spatial et ses origines

L'activité spatiale avait pour mission de répondre à des objectifs de politique générale comme souhaité par le pouvoir politique et historiquement le secteur spatial résulte de la rencontre de deux facteurs : les deux blocs de la guerre froide et celle du missile et de la bombe. Dans les débuts de la guerre froide, confrontant les Américains d'une part et les Soviétiques de l'autre, les caractéristiques géopolitiques de l'utilisation de l'espace étaient plus importantes que tout le reste et contribuèrent à la naissance de l'activité spatiale.

La rencontre de la technologie du missile balistique et de l'arme nucléaire bouleversa les rapports de forces dès la fin de la guerre froide. Les Soviétiques sont les premiers à surprendre les Américains alors qu'ils réussissent en 1957 le lancement du Spoutnik et qui aura pour effet un séisme important notamment au sein de l'opinion publique américaine qui se retrouve en retard face à son concurrent. À partir de ce moment, les Américains mettent tout en œuvre pour rattraper le retard notamment en tirant profit sur le recrutement des meilleurs

ingénieurs allemands avec pour ambition la mise au point des missiles balistiques capables d'atteindre le bloc soviétique.

À cette époque, le gouvernement américain accordait une place très importante au développement d'engins spatiaux dans le but de disposer d'un outil évoluant dans l'espace capable de surveiller, détecter et de cibler des infrastructures ennemies. Par ailleurs, ces objets spatiaux avaient aussi un objectif de prévention, car le traumatisme de Pearl Harbor était encore très présent dans les esprits.

1.2 La technologie sous-jacente

Depuis les prémices de l'industrie spatiale, les satellites ont prouvé leur importance vitale pour une large variété d'activité et d'applications : la météo, les recherches climatiques, la télévision, la distribution de données, le transport, la logistique etc.

L'élément central autour duquel tout se développe et se met en place est l'objectif de la mission. Ainsi, sur chaque lancement est prédéfinie une liste d'activité que le satellite doit réaliser tout au long de son cycle de vie.

Le satellite a ensuite besoin d'un lancement pour être amené sur orbite grâce à plusieurs façons possibles : soit en tant que charge utile primaire (généralement le cas des gros satellites traditionnels) ou en tant que charge utile secondaire¹ dépendant ainsi de la date de lancement de la charge utile primaire. Une fois que le satellite atteint son orbite désignée, il peut fonctionner tout seul ou en association avec d'autres satellites, ce que nous appelons communément aujourd'hui les constellations. Le satellite ou le groupe de satellites auront besoin d'une structure pour recevoir et envoyer les données qu'ils reçoivent et c'est la raison pour laquelle les satellites ont besoin d'une structure au sol (Ground Segment) pour opérer. Ces stations au sol sont connectées avec les centres de contrôles et des opérations qui peuvent être géographiquement très éloignés. Ces centres vont traiter l'information brute réceptionnée par les satellites voyageant en orbite et vont générer, archiver et distribuer l'information au client final.

Les sous-systèmes constituant un satellite (en général) peuvent être résumés par :

- Le **structure et les mécanismes** : Ce sous-système supporte la charge utile ainsi que tous les autres sous-systèmes et équipements. Ce sont souvent les matériels embarqués les plus lourds dans la composition d'un satellite et sont sujettes à des challenges importants², stabilité du matériel dans le vide spatial et face aux radiations solaires, résistance aux vibrations et aux chocs...
- Le **système électrique** : Chaque satellite a besoin d'énergie et a donc besoin d'un sous-système de distribution de puissance électrique pour générer, contrôler, emmagasiner et distribuer le courant électrique alimentant chaque composant.
- Le **contrôle thermique** : le cœur du satellite est composé d'une multitude de processeurs électroniques qui ont besoin d'une température de travail adaptée pour fonctionner de façon optimale
- Le **système de contrôle de l'altitude** : Ce sous-système a pour objectif de diriger le satellite dans la direction désirée et de le stabiliser en altitude

¹ Appelé parfois en Piggyback ou passager secondaire, ou encore en covoiturage «rideshare »

² Notamment les chargements de lancement et les coûts associés

- Le **système d'architecture informatique embarquée (OBDH)³** qui gère le stockage des données réceptionnées et générées par le satellite
- Le **système de communication** : Il assure la communication montante et descendante avec le segment sol. Généralement, le système est constitué de récepteurs qui peuvent être déployés et orientés.
- La **charge utile** : la charge utile a pour objectif de réaliser l'objectif de la mission. À titre d'exemple, un satellite dont la mission est l'observation de la Terre va normalement embarquer dans sa charge utile des caméras à hautes résolutions.
- Le **Système de propulsion** : C'est le moteur du satellite pour réaliser les manœuvres dans l'espace mais aussi les éventuels changements d'orbites ou de trajectoires

1.3 Aperçu des époques de l'industrie spatiale : des Années 90 à nos jours

Lien étroit entre les programmes spatiaux et projets de défenses

La possession de l'arme nucléaire, une arme ultime pour imposer ses choix dans un contexte géopolitique tendu de la guerre froide était l'objectif des puissances en place. En effet, être en capacité à envoyer une charge nucléaire en tout point du globe rendu possible avec la rencontre entre les technologies balistiques et l'arme nucléaire fait soudain sens.

Ambiguïté du modèle

La fin de l'âge d'or de l'histoire du secteur spatiale va prendre fin avec le désintérêt croissant du monde politique pour ces grands programmes spatiaux (par exemple la fin du programme ISS prévue en 2024 et sans successeur) mais aussi des scientifiques pour des dépenses de ce type. Le secteur spatial doit trouver un nouveau souffle.

Le virage des années 90

Après une période post-guerre froide, la perception de l'utilisation polyvalente des systèmes spatiaux ainsi que le souhait de capitaliser sur des technologies déjà développées vont orienter les choix des industriels.

L'image de l'entrepreneur innovant et charismatique remplace progressivement celle du scientifique, ingénieur qui dominait l'époque de l'exploration spatiale. Par ailleurs, la convergence entre les technologies de l'information et de la communication (NTIC) et les applications spatiales initiées dans les années 90 bouleversent la transformation de la filière et annonçaient déjà les projets actuels de constellation de centaines de satellites qui connectent l'espace.

Le développement du secteur privé symbolisé aujourd'hui par des personnalités comme Elon Musk, fondateur de la société SpaceX positionné sur la filière du lancement spatial ou encore Jeff Bezos (Amazon et Blue Origin) brisent les habitudes pratiquées dans le secteur. En effet, ces nouveaux entrepreneurs ne sont ni capitaines d'industrie ni affiliés à une agence spatiale.

Cependant, le bouleversement de ce système n'est pas arrivé par hasard mais est le fruit d'un effort de vingt ans qui rassemble la baisse de l'investissement public et l'essor du secteur privé avec en toile de fond la sortie progressive de la guerre froide. La convergence entre le secteur spatial et les nouvelles technologies est devenue un véritable projet politique animé par les prouesses américaines dans le domaine de l'innovation technologique et des avancées sociétales. Les mesures gouvernementales prises à cette époque témoignent de cet objectif

³ OBDH : On board Data Handling System

où l'on peut citer l'autorisation de la commercialisation des images satellites auparavant uniquement réservée aux états ou encore la libéralisation de la technologie GPS (Global Positioning System). L'ensemble de ces mesures avaient pour rôle de faire avancer des intérêts politiques sur le long terme mais aussi les intérêts industriels sur le très court terme. Les attentats du 11 septembre ont également contribué à relancer les investissements dans le secteur de la défense et la surveillance des positions ou l'anticipation de frappes ennemies.

Impact des technologies de l'information

Les systèmes spatiaux ont commencé à former une structure de l'information de dimension mondiale à partir de cette période de l'après-guerre froide pour avoir une finalité à la fois militaire et générale. Dans son nouveau rôle de leader du monde libre, les Américains ont donné un rôle clé aux technologies spatiales notamment pour imposer son rôle normatif dans l'organisation des télécoms et la diffusion de l'information à travers le monde tout en maîtrisant les flux d'informations.

Ces décisions et mesures prises il y a 20 ans ont laissé des empreintes sur l'équilibre général de l'activité spatiale à l'échelle mondiale et continuent de se faire sentir dans notre contexte actuel.

1.4 Histoire des constellations de satellites

Petit satellite et constellation de satellites

Les tentatives visant à fournir internet via l'espace se poursuivent depuis les années 1990. Les sociétés traditionnelles de services de télécommunications spatiales et les nouveaux arrivants continuent à expérimenter, en utilisant maintenant de petits satellites et de nouvelles technologies pour s'étendre dans des domaines où d'autres entreprises ont essayé et échoué dans le passé.

Présentation du concept de constellation de satellites LEO

Un système de constellation de satellites de communication en orbite basse ou LEO⁴ est une constellation de satellites qui orbitent autour de la Terre à une altitude comprise entre 500-1500 km et assurent des communications sans fil entre les terminaux au sol.

Les systèmes LEO surmontent le problème de distance (et donc de latence) qui afflige les systèmes géostationnaires (GEO) localisés à une altitude de 35 000 km. Le délai de latence pour les systèmes LEO est de l'ordre de 10 millisecondes, négligeable pour la communication vocale et permet l'utilisation d'application temps réel comme la vidéo ou les jeux en ligne. La courte distance réduit également la puissance, la taille de l'antenne et les coûts de lancement. En conséquence, les téléphones satellites LEO sont beaucoup plus compacts, ce qui leur permet d'être portés par des utilisateurs individuels. Une distance plus courte entre la Terre et le satellite a cependant un prix. Alors que trois satellites géostationnaires, séparés par 120 degrés de longitude, peuvent couvrir l'ensemble du globe en dessous de 70 degrés de latitude, les constellations LEO nécessitent généralement des dizaines de satellites pour assurer une couverture globale continue car l'empreinte (footprint) d'un satellite à orbite basse est beaucoup plus petite.

⁴ LEO : Low Earth Orbit

Historique des projets de constellations

IRIDIUM

Iridium a été la première constellation commerciale de satellites LEO de grande taille à être construite.

Le système Iridium a été conçu pour prendre en charge les services mondiaux de voix, de messagerie et de téléavertissement (paging) qui permettraient aux abonnés mobiles "d'envoyer et de recevoir des appels téléphoniques pratiquement partout dans le monde, le tout avec un seul téléphone, un seul numéro de téléphone et une seule facture de client"⁵.

Motorola, la force motrice derrière Iridium a annoncé le système comme suit : « Un système de communication mondial qui permettra aux gens de communiquer par téléphone n'importe où sur Terre - que ce soit sur terre, en mer ou dans les airs - par l'intermédiaire de téléphones cellulaires portables fonctionnant avec un système par satellite ».

Un consortium international d'entreprises de télécommunications, d'aérospatiale et de construction, dont Motorola, Kyocera, Lockheed Martin, Raytheon et Bechtel ont mis au point le système Iridium.

Le nombre actif de satellites est de 66 (6 satellites chacun dans 11 plans orbitaux), alors que le nombre réel de satellites lancés était de 79, y compris les pièces de rechange en orbite et le remplacement des satellites en panne pour un coût total estimé à 3,6 milliards de \$ pour le segment spatial, entre 1,8 à 2,9 Milliards de \$ pour le contrat de maintenance et d'opération en ne tenant pas compte du développement des réseaux terrestres⁶.

Il s'agissait du premier projet spatial impliquant la fabrication en série et le lancement en masse de grandes quantités d'engins spatiaux en peu de temps.

GLOBALSTAR

Le système Globalstar a été conçu pour offrir des communications de voix et de données de type cellulaire à un prix abordable dans le monde entier. En ce sens, c'était un concurrent direct d'IRIDIUM. Globalstar était le fruit d'un partenariat entre un certain nombre d'entreprises dont Loral et Qualcomm et 20 autres sociétés.

Semblable au système IRIDIUM, Globalstar possède des satellites, des passerelles et des combinés d'utilisateurs comme composantes principales.

Succès et échecs

Peu de temps après l'initialisation du service commercial en novembre 1998, Iridium a connu des problèmes financiers en raison d'une taille de marché beaucoup plus faible que les prévisions et du nombre d'abonnés payants très faible.

De plus, en raison d'une concurrence inattendue, provenant notamment des réseaux terrestres et GSM, les abonnements réels d'Iridium ont été bien en deçà des prévisions.

Dans l'ensemble, aussi bien Iridium ou Globalstar a obtenu d'excellents résultats dans les domaines des défis techniques liés à l'espace, de l'acquisition de financement, acquisition de

⁵ ORF ISSUE BRIEF, *Small satellite constellation, the promise of internet for all*, Septembre 2015, issue 107

⁶ MIT Industry Systems Study, *Communications Satellite Constellations*, 2003

licences et d'approbations réglementaires ; un succès modéré dans la prestation de services de télécommunications mais un échec ultime dans la conquête du marché visé⁷.

1.5 L'intérêt pour les constellations de satellites

De nombreuses nouvelles technologies et architectures de communication considérées sont des prolongements du succès de l'Internet terrestre.

Les petits satellites ne sont pas un concept fondamentalement nouveau, même le premier satellite artificiel, Spoutnik-1, correspond à la plupart des définitions d'un petit satellite moderne.

Toutefois, le coût élevé des lancements dans l'espace et l'importance des missions opérationnelles ont contribué à la production de satellites plus grands, plus performants, plus durables et plus fiables. Bien que ces satellites soient très performants, ils ont des coûts de production élevés.

Récemment, il y a eu l'intérêt pour le développement de petits satellites de faible masse, dont les capacités sont plus limitées mais coûtent moins cher à produire. Parmi les objectifs prioritaires, ces satellites sont développés pour réaliser des constellations de satellites à faible coût, que ce soit pour la recherche, le développement technologique ou pour une utilisation plus opérationnelle.

L'introduction des petits satellites est le résultat d'innovation technique et culturelle qui permet d'utiliser des moyens différents pour développer les affaires dans l'industrie des satellites.

Les entreprises impliquées sur les projets de petits satellites semblent avoir plus en commun une culture de start-up qui encourage les innovations rapides. Ce trait de caractère contraste avec le secteur spatial traditionnellement conservateur qui met l'accent sur des capacités élevées, des longues durées de vie des plateformes, ainsi que l'utilisation de composants de hautes fiabilités.

Le secteur des petits satellites a connu une croissance rapide au cours des dernières années en raison d'une combinaison des éléments suivants : à la fois l'augmentation de la demande, la baisse des coûts et enfin des évolutions technologiques.

La baisse des coûts pour les petits satellites

Bien que les petits satellites aient des coûts de composants, de lancement et de développement moins élevés, ils ont beaucoup moins de puissance et de fonctionnalités sur une seule plate-forme.

En raison de ces caractéristiques, les petits satellites ont souvent une plus grande tolérance aux risques de mission, de composants, au niveau des attentes et d'une durée de vie plus faibles. La réduction des coûts simplifie la construction additionnelle de plates-formes - qu'il s'agisse d'une constellation ou de remplacement.

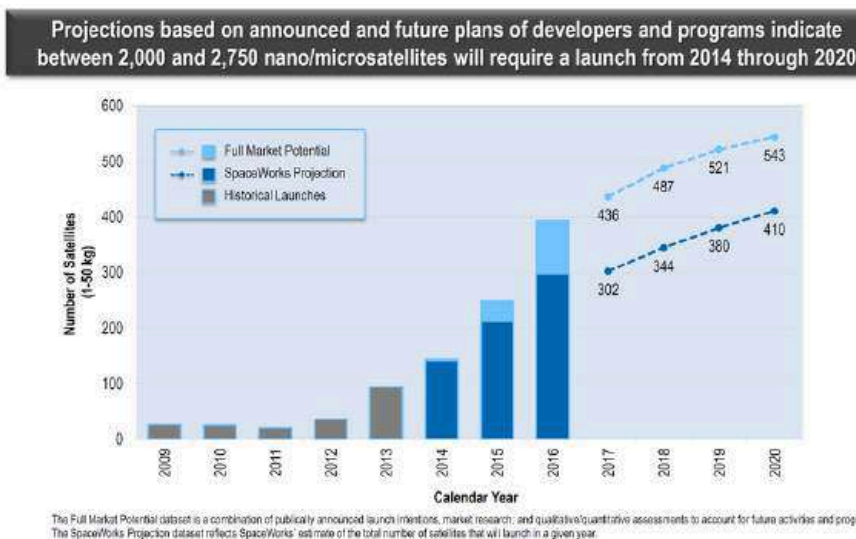
⁷ Lesechos, Régis MARTI, *Iridium en situation de faillite : les leçons d'un échec commercial*, 1999

De grandes constellations de microsattellites de télécommunications ont été annoncées par SpaceX et OneWeb, comprenant respectivement 4 025 et 648 satellites en 2015⁸.

Cette croissance est en phase avec l'augmentation du marché disponible pour les différents fournisseurs : les fabricants de composants et de charges utiles, les fournisseurs de services de lancement, les fabricants de satellites, la gestion de stations au sol etc.

Toutefois, la viabilité à long terme du marché des pièces de rechange des constellations est conditionnée par les demandes de missions et des retours sur investissement qui restent à confirmer.

Tableau 1 Projection de lancement Nano/micro satellite (1-50 Kg)



Source: SEI (2014).

Standardisation et croissance du marché commercial

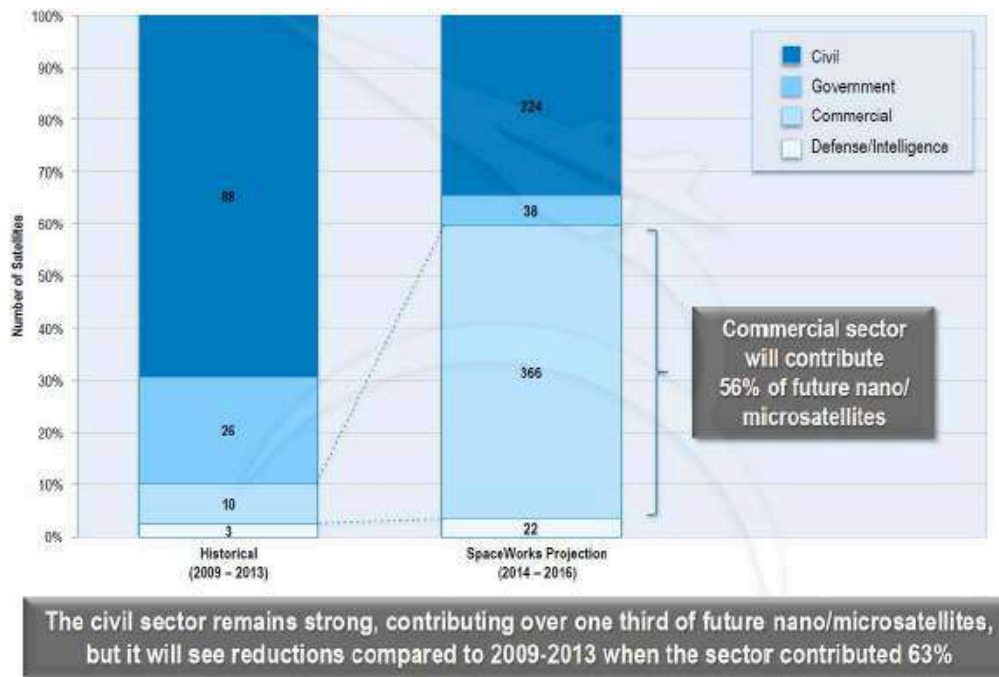
Bien qu'aucun organe directeur ou agence spatiale n'en assure l'application, un certain degré de standardisation du matériel destiné à de petits satellites a favorisé la croissance du nombre et de la sophistication des fournisseurs pour concevoir et fournir des pièces pour un marché ouvert, plutôt que de les adapter à des missions particulières.

L'une des conséquences possibles d'une standardisation des pièces produites par des pays liés à un marché global est que les prix puissent également devenir standardisés au lieu de faire l'objet d'un contrat individuel pour chaque client. Des prix bas sur une liste publique de composants conduisent à un marché plus compétitif avec des barrières à l'entrée plus faible. Cela permet aux petits pays et d'autres organisations ayant peu d'expérience dans le secteur spatial de construire leurs capacités spatiales en achetant des satellites de petites tailles.

La demande croissante de petits satellites, conjuguée à l'augmentation des capacités du secteur, devrait entraîner une augmentation du nombre et de la proportion de petits satellites construits.

⁸ SpaceWorks Entreprise Inc., SEI 2015

Tableau 2 Projection du nombre de Nano/Microsatellite par secteur (1-50 kg)



Source: SEI (2014).

Note: Decreasing percentage of satellites from government sectors.

Développement de l'exploitation des constellations

L'un des avantages des petits satellites est la possibilité de produire un nombre important de satellites individuels (pas toujours identique) pour les intégrer à une constellation où un grand nombre d'entre eux sont en service en même temps.

Les petits satellites sont particulièrement adaptés aux constellations pour un certain nombre de raisons :

- Ils ont généralement un coût unitaire inférieur à celui des satellites de plus grande taille, en partie parce que chaque plate-forme satellitaire est conçue avec une fiabilité et une redondance individuelle plus faible, en s'appuyant plutôt sur la redondance de nombreux autres satellites dans la constellation pour tenir compte de certaines défaillances.
- Enfin, en produisant un grand nombre de ces satellites plus petits et plus simples, on exploite toute la courbe d'apprentissage de la production, ce qui réduit encore davantage les coûts de production. De plus, une plus grande demande pour les constellations permettrait de stimuler la demande de petits satellites en « vrac », la demande de petits satellites dédiés ou des lancements plus fréquents en « rideshare » ou covoiturage afin de maintenir le système de constellation.

Multiplication du nombre de lancements de petits satellites

Traditionnellement, les petites charges utiles ont été essentiellement des passagers non prioritaires et doivent s'assurer qu'aucun dommage ne sera causé à la charge utile primaire lors du lancement⁹. Parallèlement à la croissance du marché des petits satellites, la capacité

⁹ IDA, *Trends in Small Satellite Technology and the role of the NASA small spacecraft technology Program*, 2017

globale et la flexibilité du lancement des petits satellites se sont améliorées, avec différentes approches disponibles et en cours d'expérimentation.

L'une des conséquences d'être une charge utile secondaire est que les petits satellites ne commandent généralement pas les orbites de destination ou les dates de lancement.

Néanmoins, bien que la date de lancement ou l'orbite spécifique n'ait souvent pas été pertinente pour les petits satellites de recherche, pour certains satellites spécifiques, le choix de l'orbite et de la date de lancement peut être vital pour les satellites destinés à des usages privés ou civils, dont le marché est prévu à la hausse¹⁰.

Pour répondre à la demande croissante, des approches de lancement spécifiques au secteur des petits satellites sont en cours de développement, y compris des lancements « en grappes » ne comprenant que des satellites de charge utile plus petits, ainsi qu'un certain nombre de systèmes de lancement plus petits, spécifiquement pour le secteur des petits satellites offrant un meilleur contrôle de la destination et du calendrier.

Un lanceur dédié au petit satellite n'a pas encore été lancé à ce jour, et les tentatives précédentes n'ont pas permis de trouver un marché significatif et durable¹¹. Cependant, l'existence de multiples propositions et la croissance du marché des petits satellites pourraient suggérer un modèle économique viable.

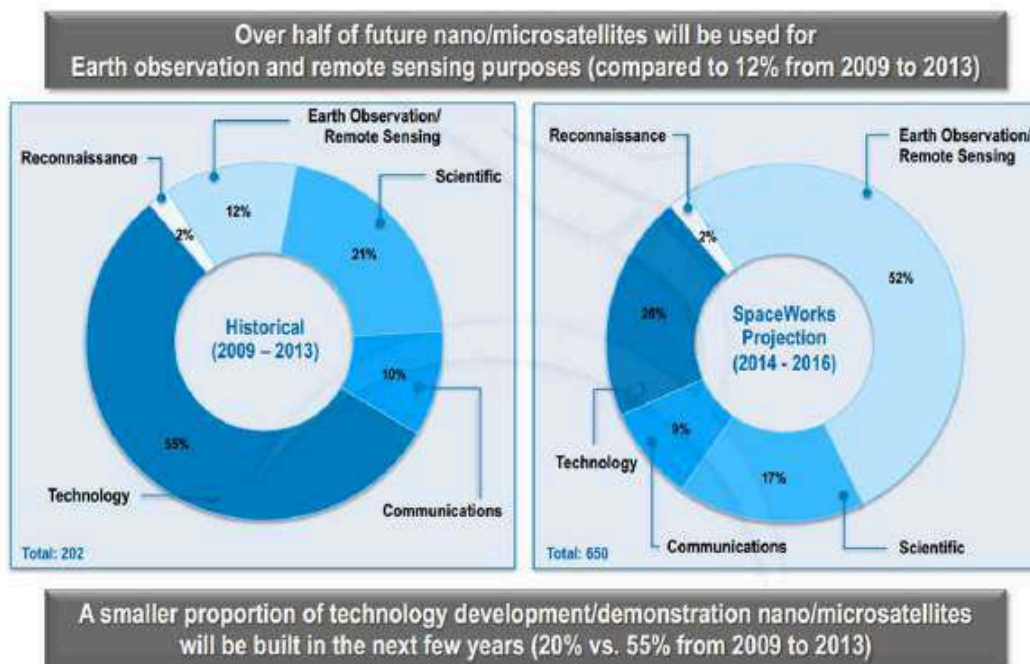
Intérêt commercial croissant dans le domaine de l'imagerie et des données privées

Comme indiqué sur la figure ci-dessous, l'observation de la Terre sera un des marchés les plus importants pour les petits satellites

¹⁰ Air&Cosmos, Pierre-François Mouriaux, *Le marché des satellites bouleversés*, 2017

¹¹ PWC study, *Micro-launchers : what is the market*, 2017

Tableau 3 Projection du marché de nano/microsatellite par utilisation



Source: SEI (2014).

Plusieurs entreprises spécialisées dans l'observation de la Terre (Skybox Imaging qui est devenu Terra Bella, Planetlabs, OmniEarth) envisagent de lancer des constellations afin de fournir des données à haute résolution au-delà de ce qui est disponible auprès des gouvernements et d'autres entreprises d'imagerie satellites comme Digital Globe.

L'observation directe des variations et des mouvements quotidiens des navires, des marchandises, des personnes, des niveaux des rivières, des récoltes, représente un aperçu de l'utilité des constellations de satellites pour un certain nombre d'industries. En plus de leurs applications commerciales, ces bases de données peuvent être utilisées à des fins de recherche scientifique, comme la surveillance du changement climatique, la déforestation et le suivi des migrations.

Néanmoins, malgré la capacité des constellations à imager toute la surface de la Terre avec des taux de revisite quotidiens, voire de plusieurs minutes, cela pourrait poser à l'avenir des problématiques liées à la divulgation d'information et la protection de la vie privée¹².

De nouveaux acteurs, des petits satellites, des pays étrangers

Les pays entrent souvent dans le secteur spatial pour des raisons de fierté nationale et de développement économique. En raison de la baisse des coûts et de la disponibilité commerciale, les programmes de petits satellites constituent un point d'entrée plus facile pour les pays qui n'ont jamais participé à des opérations spatiales afin de recueillir des données pour leur gouvernement, d'accroître le prestige national ou de former leur main-d'œuvre.

A titre d'exemple, les petits développeurs de satellites de certains pays développés ont soutenu les programmes spatiaux en herbe des nouveaux pays participants - par exemple,

¹² Issue de l'étude de l'Institut Montaigne, *Espace : l'Europe contre-attaque*, 2017

Surrey Space Technology Ltd. (SSTL)¹³, et le soutien de Berlin Space Technology au programme de petits satellites de l'Université nationale de Singapour. (SSTL)

Dans certains cas, les gouvernements peuvent supporter le développement d'un pays nouveau dans le secteur spatial sous forme de relation diplomatique (Inde / France, Chine Sri Lanka)

Potentielle viabilité des constellations de satellites à orbite basse

Dans les années 1990, des entreprises comme Teledesic, Skybridge et Iridium Satellite LLC ont essayé de déployer des constellations de satellites pour fournir un service téléphonique commercial mondial.

Seul le système Iridium a survécu après une première faillite. Son successeur, Iridium Communications inc., a développé un modèle économique différent pour réussir à se maintenir (axé davantage sur le ministère de la Défense)¹⁴. En effet, le service de téléphonie spatiale n'était pas en mesure de concurrencer le service de télécommunications cellulaires terrestres qui se déployait simultanément.

Comme le soulignent les tendances spatiales actuelles, un mélange d'entreprises de systèmes spatiaux, nouveaux et existants, est entré sur ce marché avec des propositions visant à établir des constellations comprenant un grand nombre de satellites LEO qui fourniraient des communications téléphoniques et d'autres services de transmission de données et d'observation de la terre. (OneWeb ou SpaceX)

L'avenir des petits satellites

Il est difficile de déterminer les effets éventuels et implications globales de l'approche des petits satellites, car le domaine est trop nouveau, changeant rapidement et dépend fortement d'autres secteurs (comme les fournisseurs de service de lancement) qui peuvent affecter la croissance et la viabilité de son marché.

Quoi qu'il en soit, il est peu probable que les petits satellites remplacent à court terme les systèmes satellites traditionnels actuels, car bon nombre de ces missions exigent la capacité et la fiabilité que seuls les grands satellites sont capables de fournir à ce jour¹⁵.

1.6 Les principaux acteurs des projets de constellation

Des acteurs y compris Google, O3b et SpaceX ont choisi les constellations de satellites pour permettre l'accès à l'Internet dans les régions éloignées et en développement du monde où l'infrastructure traditionnelle est trop coûteuse pour la couverture nécessaire. S'ils sont mis en œuvre avec succès, ces systèmes pourraient ouvrir de nouveaux marchés avec de nouveaux flux d'information par le biais d'Internet, ce qui a pour effet d'accroître la demande de biens et de services qui pourrait faire progresser considérablement la mondialisation¹⁶.

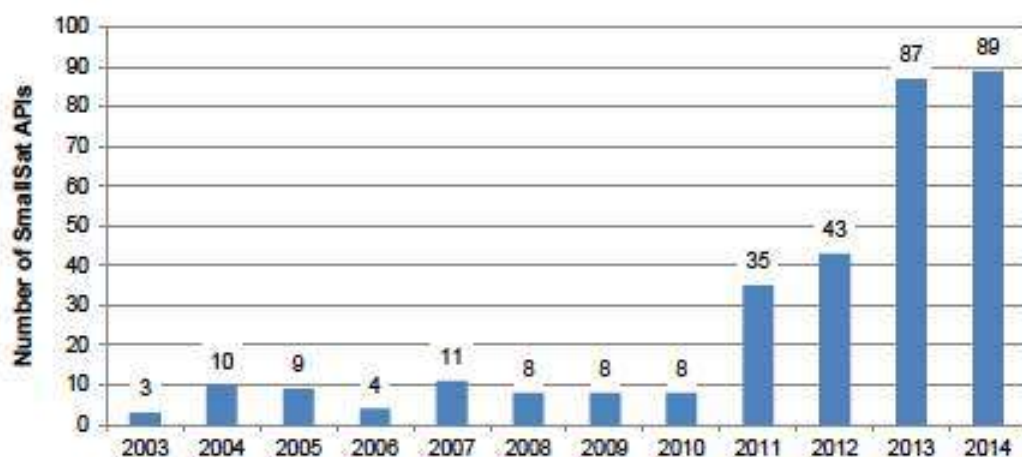
¹³ SSTL est une société anglaise spécialisée dans la réalisation de microsatsellite dont Airbus Group détient 80% de son actionariat (depuis 2008)

¹⁴ La Tribune, Michel Cabriol, *La constellation Iridium Next, une success-story technologique et financière*, 2017

¹⁵ Euroconsult, *Prospects for the Small Satellite Market*, 2018

¹⁶ SpaceWorks, *Nano/Microsatellite Market Forecast*, 2017

Tableau 4 Nombre de sociétés déposant une demande d'exploitation de petits satellites auprès de l'UIT



Source: Selding (2015d).

Note: API is an indication of an entity's intent to launch a satellite network; it provides "information such as the identity of the satellite network, date of bringing into use, orbital information, and characteristics of the network" (from <https://www.itu.int/newsarchive/wrc2000/presskit/how-sat.html>).

Tableau 5 Les principaux projets de constellations (à Décembre 2016)

| | Société, Projet | Nombre de satellites prévus (as of 12/2016) | Utilisation | Lancement |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|
| Secteur privé | OneWeb | 648 | Télécommunication | Arianespace et Virgin Galactic |
| | Starlink (SpaceX) | 4425 (dont 800 opérationnels) | Télécommunication | In-House |
| | PlanetLabs | 210 | Imagerie/observation | Nanoracks (ISS), PSLV, SpaceX, Spaceflight |
| | Spire | 100 d'ici 2017 | Observation de la Terre | Arianespace |
| | BlackSky | 60 | Observation de la Terre | PSLV |
| | Planetary Resources (Ceres) | 10 d'ici 2017 | Observation de la Terre | Nanoracks (ISS) |
| | Terra Bella | 21 d'ici 2017 | Imagerie / observation de la Terre | PSLV, Arianespace, OrbitalATK |
| | Hawkeye 360 | 21 | Imagerie / observation de la Terre | SpaceX (Spaceflight) |
| | Leosat | 78 à 108 | Télécommunication | à confirmer |

Source : MDA, 2016

Tableau 6 Les principales constellations de télécommunications actives à ce jour

| | Company, Project | Nombre de satellites prévus (as of 12/2016) | Utilisation | Lancement |
|----------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
| Secteur privé | 03B | 20 satellites opérationnels et 7 supplémentaires prévus d'ici 2020 | Télécommunication | Soyouz |
| | IRIDIUM Next | 81 | Télécommunication | SpaceX |

| | | | |
|-------------------------------------|----|-------------------|--------|
| GLOBALSTAR Seconde Génération | 48 | Télécommunication | Soyouz |
|-------------------------------------|----|-------------------|--------|

Source : MDA, 2016

Tableau 7 Les constellations de petits satellites financés sur fonds privés

> CONSTELLATIONS DE PETITS SATELLITES FINANÇÉES SUR FONDS PRIVÉS

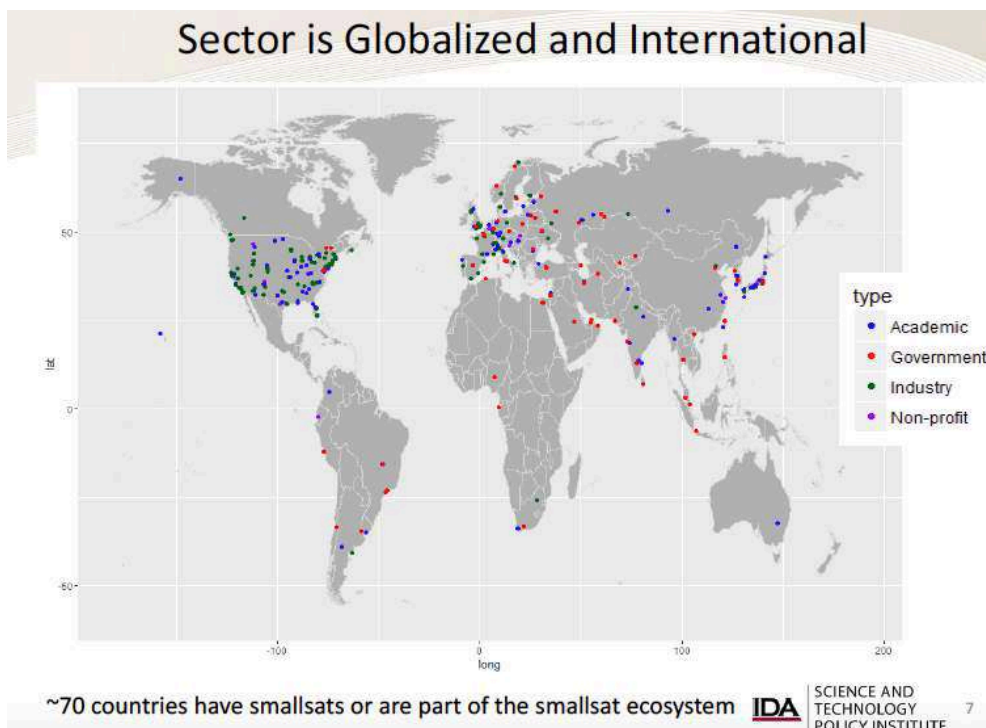
| | COMSAT | EOSAT |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| *LEO : orbite basse *MEO : orbite moyenne *SSO : orbite polaire *GEO : orbite géostationnaire | CONSTELLATIONS IN OPERATION IN ORBIT Iridium (LEO*) Globalstar (LEO) Orbcomm (LEO) O3b (MEO*) | RapidEye (SSO*) |
| CONSTELLATIONS UNDER DEPLOYMENT | | Skybox Imaging (SSO) Planet Labs (LEO) |
| CONSTELLATIONS IN DEVELOPMENT (2) | OneWeb (LEO) Steam (LEO) LeoSat (LEO) + at least 4 filings at the ITU for non-GEO systems | UrtheCast (SSO) BlackSky (SSO) Spire (LEO) PlanetIQ (LEO) |

Source : EUROCONSULT

Source : Euroconsult, 2016

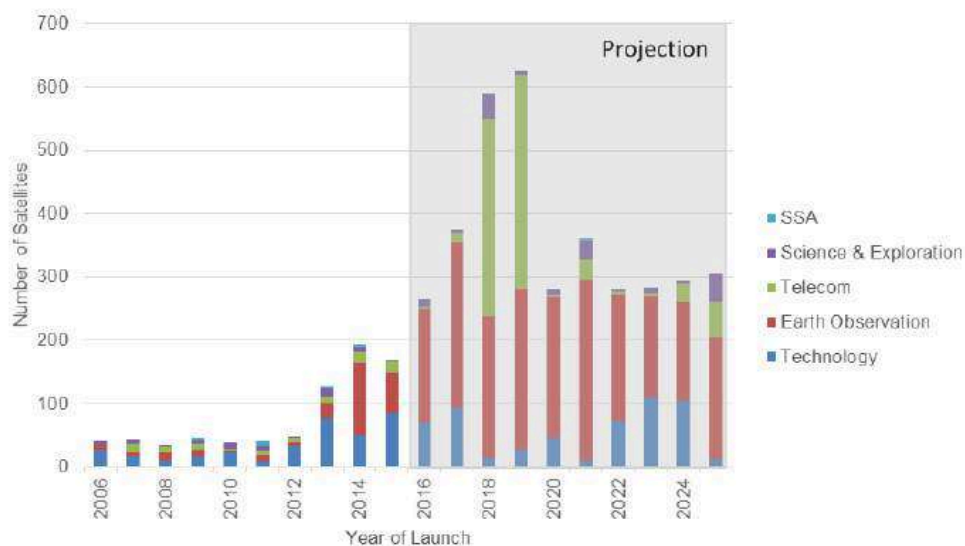
Selon Euroconsult, il y aurait au moins 3600 petits satellites lancés sur les dix prochaines années.

Tableau 8 Vision mondiale du développement des smallsats



Source : IDA, 2015

Tableau 9 Projection du nombre de satellites en orbite jusqu'en 2024



Adapted from *Prospects for the Small Satellite Market*, Euroconsult 2016. Figure does not include number for SpaceX and Boeing Constellations.

Source : Euroconsult, 2016

Starlink (SpaceX)

En septembre 2017, Elon Musk, également fondateur de la société SpaceX dépose une demande pour l'exploitation d'un réseau de constellations de satellites nommé Starlink auprès du régulateur américain des télécoms FCC (Federal communication Commission) avec pour objectif de fournir l'accès à Internet à l'échelle mondiale en haut débit et à moindre coût.

Avec le lancement d'une constellation de 4425 satellites sur une orbite comprise en 1100 et 1325 Km, SpaceX espère connecter le monde entier en haut débit avec un très faible taux de latence¹⁷ pour un cout total estimé à 10 milliards de \$ avec une première mise en orbite prévue en 2018. Le projet serait encore plus ambitieux, car Elon Musk prévoit à l'horizon 2024 d'atteindre les 12 000 satellites, dont 7500 sur une orbite basse (340 km).

Le challenge ambitieux de SpaceX serait donc de créer deux constellations, dont la première, en orbite basse située à 1150 km et une seconde sur une orbite encore plus basse. L'objectif étant toujours de diminuer le temps de latence pour se rapprocher d'une connexion équivalente à la fibre, plus intéressante en comparaison à un satellite géostationnaire. Du point de vue purement technique, on passerait d'une latence à 35 ms contre 500 ms sur un satellite géostationnaire. Le coût du projet est estimé à 10 milliards de dollars et nécessiterait 5 ans de développement.

SpaceX espère obtenir plus de 40 000 abonnés d'ici 2020 et un objectif de 30 milliards de \$ de chiffres d'affaires¹⁸.

Le régulateur des télécoms a cependant imposé à SpaceX un délai de 6 ans pour mettre en orbite 1600 satellites soit un rythme de 60 satellite par mois¹⁹.

¹⁷ En utilisant des satellites à orbite basse

¹⁸ Challenges, Vincent Lamigeon, *Starlink, le nouveau projet fou d'Elon Musk*, 2018

¹⁹ Inc.com, Kevin Ryan, *SpaceX's plan to build a \$30 billion satellite internet Business*, 2017

Selon plusieurs sources, l'ensemble des projets du milliardaire Elon Musk également fondateur de Tesla, Hyperloop servirait à financer son projet ultime qui est l'installation d'une colonie humaine sur la planète Mars²⁰.

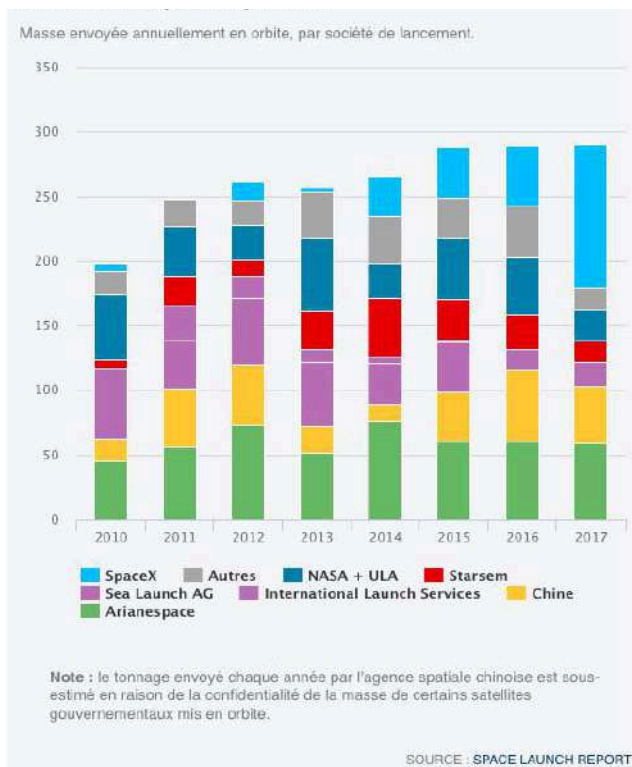
SpaceX est fondé en 2002 par le milliardaire Elon Musk qui a fait fortune en revendant ses parts de la société PayPal. SpaceX se spécialise dans la fabrication de véhicule spatial, de moteurs-fusées, et des services de transport spatial dont l'objectif ultime est de réduire les coûts de transport spatial et permettre une installation sur Mars. La société a développé une famille de lanceurs nommés Falcon, un vaisseau cargo spatial nommé Dragon pour ravitailler la station spatiale internationale. Le siège de la société est en Californie et réalise un chiffre d'affaires estimé à 1,8 Milliard de \$ (2016) avec un effectif d'environ 7000 personnes²¹.

La société s'est développé grâce au programme COTS/CCDEV financé par la NASA pour assurer une capacité de ravitaillement et de transport vers la station spatiale internationale dans le but de remplacer la navette spatiale. SpaceX avait été retenu par la NASA pour développer les solutions de lancement et de transport²².

En 2015, la société Google et le fonds d'investissement Fidelity investissent 1 Milliard de \$ pour obtenir 10 % du capital²³. En 2017, une levée de fond supplémentaire est organisée et valorise à ce jour l'entreprise à 21 Milliards de \$²⁴.

Malgré les critiques que suscite la société SpaceX, la société a su réinventer des processus industriels de conception et de fabrication pour obtenir des coûts plus compétitifs.

Tableau 10 l'ascension de SpaceX depuis 2010



²⁰ France24, Claire Derville, *Objectif Mars : le nouveau pari fou d'Elon Musk*, 2017

²¹ Lefigaro, Veronique Guillemard, *SpaceX, leader mondial du spatial en 2017*, 2017

²² Futura-sciences, Remy Decourt, *SpaceX se prépare à ravitailler la station spatiale*, 2011

²³ CNN, Paul La Monica, *Why is Fidelity investing in SpaceX ?*, 2015

²⁴ Businessinsider, Chisato Goya, *SpaceX rejoint le club des entreprises non-côtées qui valent au moins 20 Mds\$, 2017*

03B Networks

La société O3B Networks est un opérateur télécom satellite fondé par l'américain Greg Wyler avec différents partenaires comme Google, HSBC, SES, Liberty Global. La société utilise des constellations de satellites à moyenne orbite (MEO) pour fournir de la communication internet à des opérateurs mobiles et internet. La société a été créée dans les années 2000 avant de se faire racheter intégralement par l'opérateur SES en juin 2016²⁵. L'objectif initial de la société était de faire disparaître la fracture numérique en connectant les 3 milliards de personnes (Other 3 Billion) n'ayant pas d'accès à Internet grâce à la technologie satellite notamment sur le continent africain, asiatique et sud-américain et les îles isolées.

La constellation O3B opère à ce jour avec 12 satellites, construit par Thales Alenia Space, à une orbite de 8000 km (MEO) permettant de réduire la latence par rapport aux satellites géostationnaires positionnés à 35000 km et vise plus précisément le marché du BtoB et non celui des particuliers²⁶ grâce à une connexion comparable à ceux de la fibre optique.

La constellation O3B est opérationnelle depuis 2014 et connaît un succès remarquable dans les pays africains, des pays isolés mais aussi dans l'industrie du secteur maritime et des croisières.

En 2017, la société décide de lancer une nouvelle génération de satellite « tout électrique » nommé O3B Mpower (7 lancements prévus pour 2021), des satellites capables de délivrer plusieurs téraoctets en très haut débit²⁷. Ces nouveaux satellites embarqueront des faisceaux configurables et orientables afin de pouvoir ajuster la répartition de la capacité entre différents spots au sol et de permettre de ne pas fournir de service au-dessus des zones non habitées (océans, désert...) ce qui n'est pas le cas des constellations de satellites actuels.

Globalstar New Generation :

La société GLOBALSTAR utilise une constellation de satellites de télécommunications placés en orbite terrestre basse pour fournir des services de téléphonie et de transmission de données à bas débit à ses clients équipés de téléphones mobiles spécialisés. Avec une couverture de l'ensemble de la planète hormis les latitudes polaires et une orbite terrestre basse située à 1414 km et disposant 48 satellites, GLOBALSTAR est le principal concurrent d'Iridium Next²⁸.

Globalstar fait appel à des stations de réception installées dans divers pays, propriété des opérateurs de télécommunication locaux publics ou privés : les uns comme les autres prélèvent au passage des taxes sur les conversations. C'est l'intérêt financier de ce système, à la différence d'autres projets, comme Iridium, qui cherchent à s'en passer.

Globalstar a renforcé l'expansion de sa constellation en commandant 6 satellites en 2012 pour 150M€²⁹.

Iridium Next:

C'est une constellation satellite située à 780 km d'altitude et fabriquée par Thales et son sous-traitant de fabrication Orbital ATK. Le système de satellite en orbite basse (LEO) Iridium NEXT

²⁵ Businesswire, *SES finalise l'acquisition de 100% de O3B Networks*

²⁶ Futura sciences, satellites O3B ; une constellation pour connecter 3 milliards de personnes 2018

²⁷ SpaceNews, Caleb Henry, *SES building a 10 terabit O3B 'Mpower' constellation, 2017*

²⁸ Futura sciences, Remy Decourt, *Les premiers satellites Globalstar de seconde génération, 2010*

²⁹ Space Skyrocket, Globalstar 73-120, 2017

permet d'offrir une connectivité mondiale grâce à 66 satellites exploités³⁰ sur six plans inclinés (11 satellites par plan). Complètement indépendant de tout réseau terrestre, ce réseau mondial en orbite terrestre basse fournit ainsi à Iridium Communications une capacité pour des communications en mouvement (personnes, véhicules, avions, bateaux), qui fonctionnent dans le monde entier avec une couverture universelle, y compris sur tous les océans).

Les liaisons intersatellites (bande Ka), qui sont sécurisées, permettent d'acheminer la voix ou des données autour de la Terre à plusieurs passerelles terrestre ou vers des utilisateurs mobiles. Un tel système offre un faible temps de latence dans le monde entier. C'était aussi l'un des défis techniques de Thales Alenia Space, qui a développé des antennes actives pour digitaliser les satellites. Ce qui permet de reconfigurer les capacités des satellites. Soit une technologie dite du « futur », intégrée déjà il y a près de six ans dans le design des satellites.

Iridium a reçu en 2010 une nouvelle commande de 2,1 Milliards de dollars pour amener sa flotte de satellites à 81 à partir de 2018. La nouvelle grappe de satellite sera envoyée par SpaceX.

Leosat :

Thales Alenia Space travaille sur une constellation d'au moins 78 satellites en orbite basse, pour un coût estimé à 2,5 milliards d'€. LEOSAT apportera des services internet haut débit à l'ensemble du globe mais concentrés sur quelques marchés ciblés dans le BtoB principalement³¹ (mobilité maritime, exploitation gazière et pétrolière, cœurs de réseaux télécoms...)

1.7 Des industries spatiales : les principaux segments de marché du secteur spatial

Le marché du satellite présente une large palette de type de satellite pour des classes et des usages différents. Les satellites sont différenciés selon leurs caractéristiques :

- Usage : Militaire, Civil, commercial
- Application : Observation de la terre, communication, navigation, science etc.
- Plateforme orbitale : Géostationnaire (GEO), orbite basse (LEO), orbite moyenne (MEO)
- Par Catégorie de poids : Nanosat (jusqu'à 10 kg), micro, femto, micro...

Un satellite peut être également multi-usage : civil-commercial, militaire-scientifique etc.

Parmi les fabricants de satellites, il y a un oligopole de 7 principaux acteurs sur la conception et fabrication de satellite géostationnaire, de grande taille et à usage commercial. Nous pouvons citer les acteurs suivant :

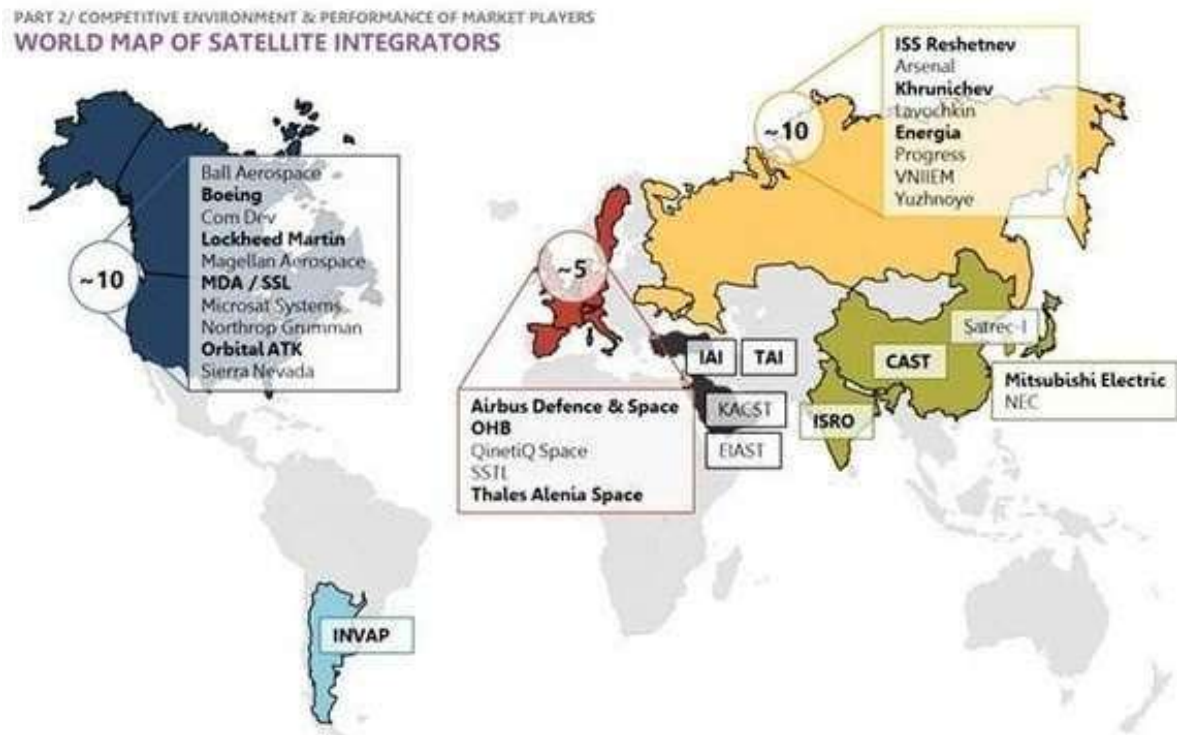
- Européens : Airbus Defence & Space (ADS), Thales Alenia Space
- Russes : JSC Information Satellite Systems (ISS)

³⁰ Theconversation.com, *we will soon have ten times more satellites in orbit – here's what it means*, 2018

³¹ La Tribune, Michel Cabirol, *Mark Rigolle, l'homme qui veut lever 3,5 Milliards de \$ en 3 ans pour Leosat*, 2016

- Américains : Boeing Defence & Space, Lockheed Martin, Orbital ATK, Space Systems /Loral (SSL)

Tableau 11 Les principaux fabricants et intégrateurs de satellites dans le monde



Source : Quora.com

Les clients du secteur spatial peuvent être regroupés en 3 groupes principaux :

Marché civil et institutionnel

Les clients sur le marché institutionnel et civil sont principalement constitués des agences spatiales, des agences gouvernementales pour des applications scientifiques (observation de la Terre, météo...). Ce marché reste captif à partir de la conception jusqu'au lancement de satellite. Il est à noter que nous pouvons également retrouver dans cette catégorie une clientèle mix privé et publics comme dans le cadre de partenariat publics-privés (par exemple le programme GALILEO, programme GPS européen).³²

Sur le marché institutionnel des satellites d'observation de la Terre, d'exploration scientifique et de navigation, la concurrence en Europe est organisée à l'échelle nationale et multinationale, principalement par l'Agence spatiale européenne (ESA), la Commission européenne (CE) et les agences spatiales nationales.

Le segment des infrastructures orbitales comprend les systèmes spatiaux habités et non habités utilisés principalement pour l'exploration spatiale, c'est-à-dire les missions scientifiques. La demande de systèmes d'infrastructure orbitale provient exclusivement

³² Market forecast, *Global Space industry : market and technology forecast to 2026*, 2018

d'agences spatiales financées par des fonds publics, en particulier de l'ESA, de la NASA, de Roscosmos (Russie) et de la NASDA (Japon). Ces systèmes sont généralement construits en coopération avec des partenaires internationaux.

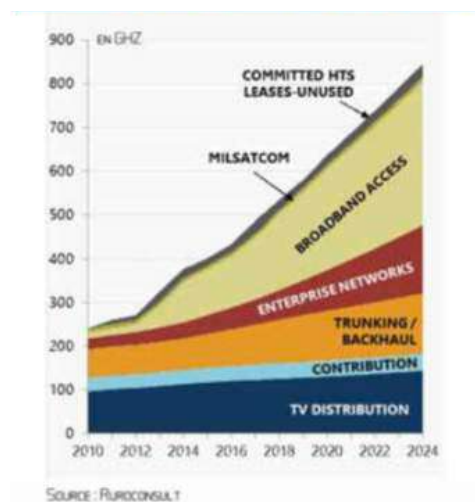
Marché Commercial

Le marché commercial se réfère au marché des biens, services ou activités spatiaux fournis par des entreprises du secteur privé qui supportent une part raisonnable du risque d'investissement et de la responsabilité de l'activité afin d'offrir ces biens ou services à des clients non gouvernementaux existants ou potentiels. Cette clientèle se compose principalement de fournisseurs de services et d'opérateurs télécoms dont les principaux leaders sont : SES, INTELSAT, EUTELSAT. C'est marché entièrement ouvert à la concurrence contrairement au marché civil et institutionnel³³.

Le marché commercial des satellites de télécommunication est très concurrentiel, les décisions des clients étant principalement fondées sur le prix, l'expertise technique et la réputation³⁴. Les principaux concurrents pour les satellites de télécommunications (intégration) sont Boeing, Lockheed Martin, MDA et Orbital aux États-Unis, Thales Alenia Space en France et en Italie, et ISSR (Information Satellite Systems Reshetnev) en Russie. Le marché des satellites de télécommunications devrait rester globalement stable au cours des prochaines années à un niveau d'environ 20 commandes par an en moyenne³⁵.

Le marché des services de lancement commercial continue d'évoluer. La pression concurrentielle augmente en raison de l'arrivée ou du retour d'autres concurrents sur le marché.

Tableau 12 Prédiction des évolutions des capacités télécoms en fonction des applications



Source : Euconsult, 2016

³³ Euroconsult, *Prospects for the Small Satellite Market*, 2018

³⁴ Giovanni Facchinetti, *Small Satellite : economic trends*, 2016

³⁵ Euroconsult, *Prospects for the Small Satellite Market*, 2018

Marché Militaire

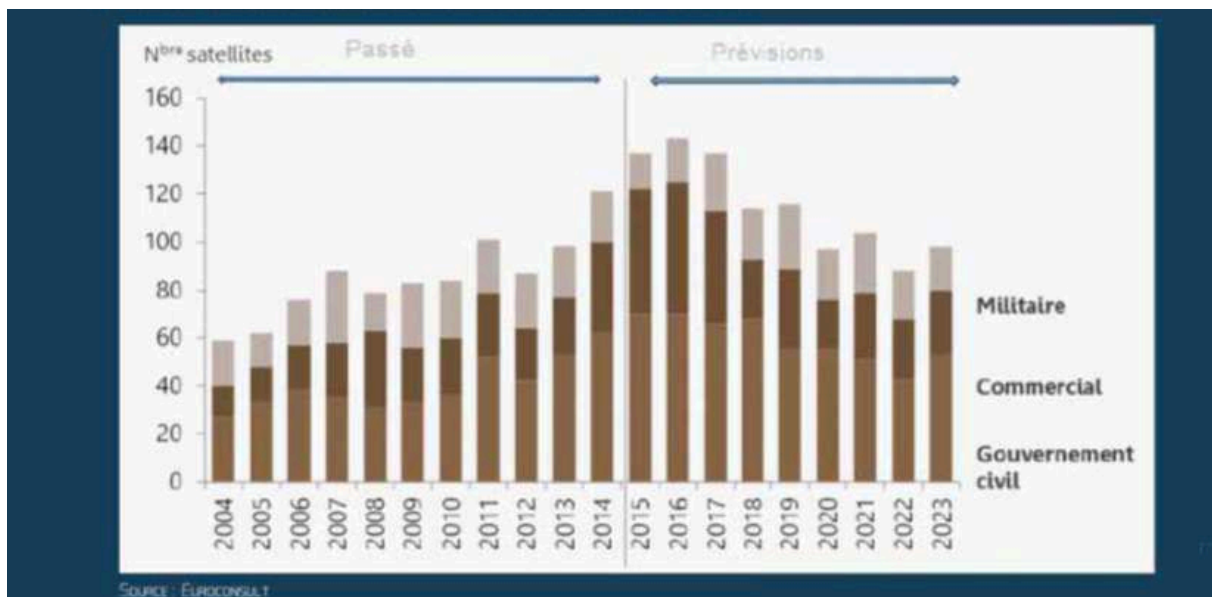
La clientèle que nous retrouvons sur le marché militaire est principalement composée des armées ou ministères de la Défense.

Les systèmes spatiaux deviennent une composante de plus en plus importante de la puissance militaire, surtout pour les États-Unis, la Chine et la Russie. Ces trois pays investissent actuellement des milliards de dollars par an dans la mise au point et le déploiement d'une vaste gamme de nouvelles armes à guidage de précision qui révolutionnent la conduite de la guerre³⁶. Ces armes sont fortement tributaires d'un système intégré qui combine le renseignement, les communications, la navigation et d'autres systèmes militaires.

Les utilisations militaires des satellites comprennent notamment

- L'Imagerie : de l'identification des cibles à la détection des détonations nucléaires. En effet, certains satellites américains peuvent repérer des objets de quelques dizaines d'années de centimètres de diamètre.
- Navigation : notamment pour le guidage des systèmes d'armes (système balistique)

Tableau 13 Nombre de satellites lancés dans le monde par type d'exploitant



³⁶ Euroconsult, *Prospects for the Small Satellite Market*, 2018

Tableau 14 Répartition satellite par utilisation

As of December 31st 2015, there were 1.381 operational satellites, serving different functions¹³:

- Commercial Communications – 37%
- Civil/Military Communications – 14%
- Earth Observation Services (remote sensing) – 14%
- Research and Development – 12%
- Military Surveillance – 8%
- Navigation – 7%
- Scientific – 5%
- Meteorology – 3%

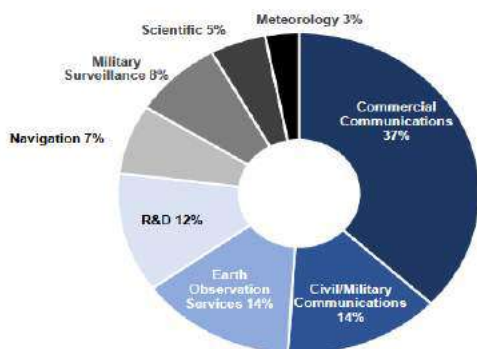


Figure 4: Operational Satellites by Function 2015 (Source: Satellite Industry Association, 2016)

Segments et chaîne de valeur

L'OCDE définit trois segments principaux qui composent l'économie spatiale :

- Les fabricants de satellites (et intégrateurs et lancement)
- Les services liés des opérateurs satellites
- Les services liés aux utilisateurs finaux

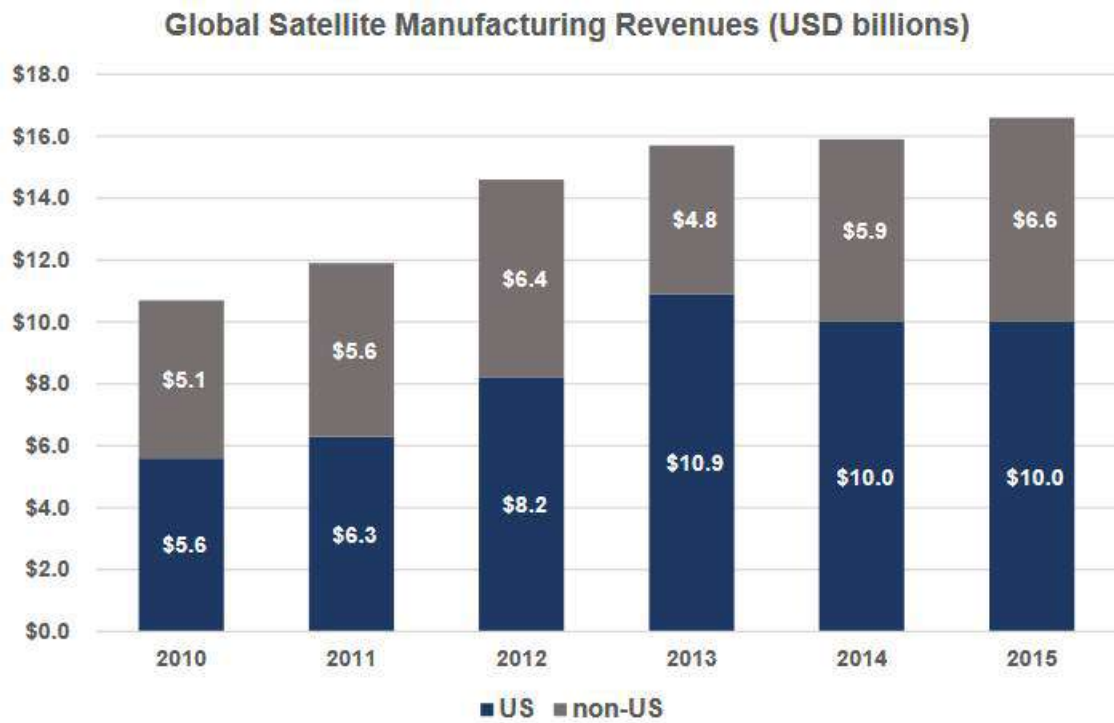
Table 1: Satellite Industry main activities

| Segment | 2010 | 2010 (%) | 2015 | 2015 (%) | growth on 2014 |
|-------------------------|--------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
| Satellite Services | USD 101.3 billion | 60% | USD 127.4 billion (mainly satellite TV services) | 61% | +4% |
| Satellite Manufacturing | USD 10.7 billion | 6% | USD 16.6 billion (communications sats represent 42%, military surveillance sats account for 36%. Cubesats represent 49% of total launches while less than 1% of value, mostly used for commercial Earth observation) | 8% | +4% |
| Launch Industry | USD 4.4 billion | 3% | USD 5.4 billion (launch orders: 45% US, 48% Europe, 3% Russia and 3% other) | 3% | -9% |
| Ground Equipment | USD 51.6 billion | 31% | USD 58.9 billion (mainly Satellite Navigation Equipment – GNSS) | 28% | +1% |
| Global | USD 168.0 billion | | USD 208.3 billion | | |

Source: author's elaboration on State of the Satellite Industry Report 2016

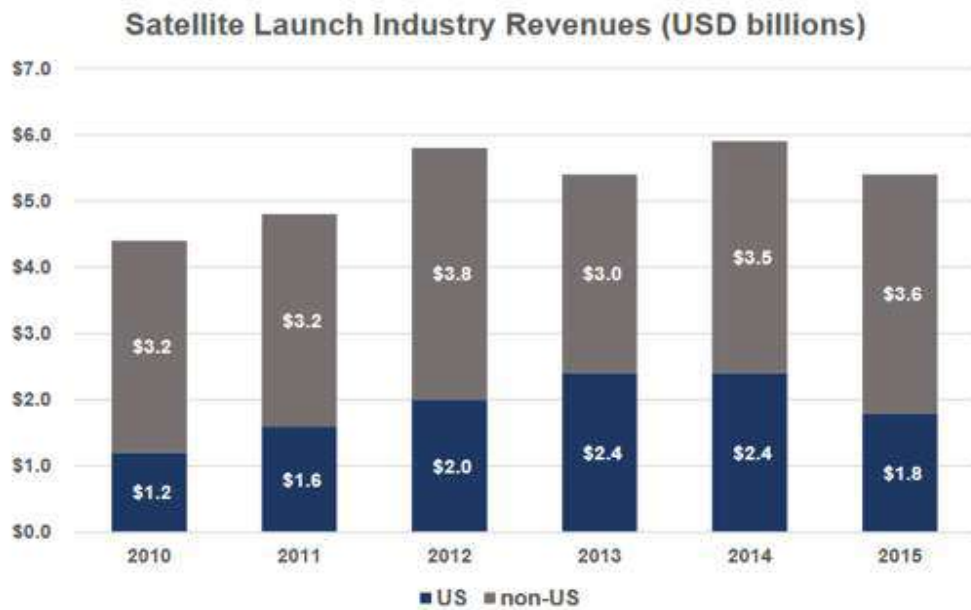
Tableau 15 Principales activités de l'industrie spatiale

Tableau 16 Marché mondial de la fabrication de satellite



Source : Satellite industry Association, 2016

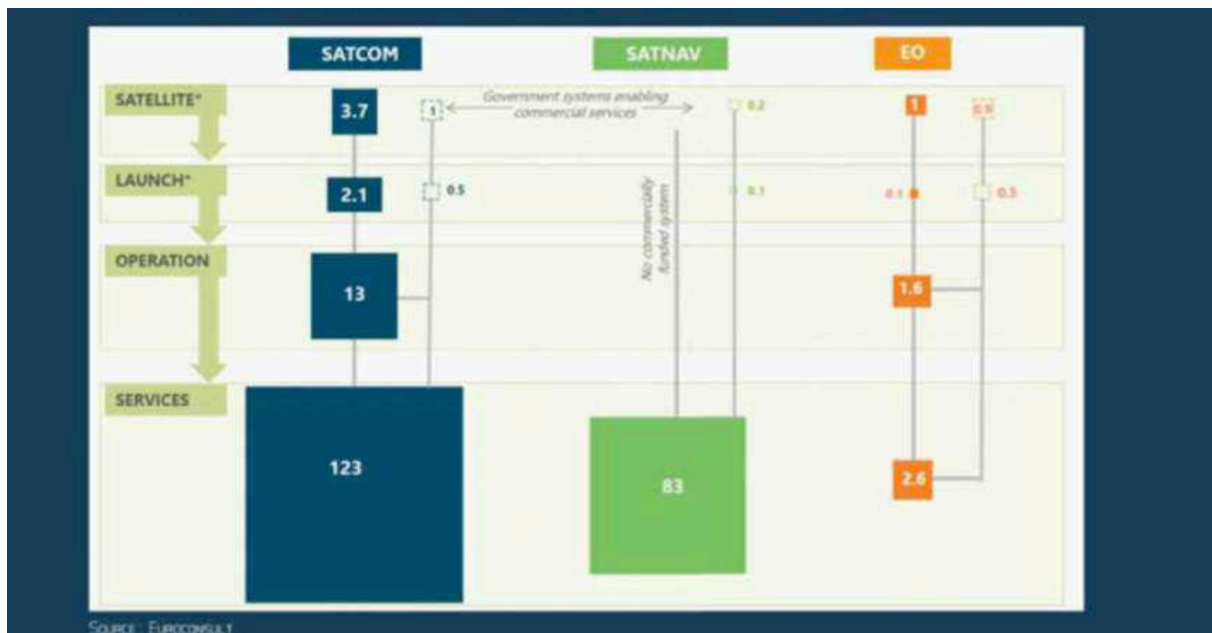
Tableau 17 Marché mondial des lanceurs



Source : Satellite industry Association, 2016

La chaîne de valeur de la fabrication spatiale comprend un certain nombre d'acteurs qui s'étendent entre les fabricants dits « prime » dédiés à la conception et à l'assemblage de systèmes spatiaux ; les fabricants de niveau 1 (tier1) qui conçoivent, assemblent et fabriquent les principaux sous-systèmes qui composent les engins spatiaux (tels que les structures de satellites, les sous-systèmes de propulsion et les charges utiles) ; les fabricants "de niveau 2" (tier 2) qui assemblent les équipements qui seront ensuite assemblés dans les principaux sous-systèmes par les fabricants de niveau 1 et enfin, les entreprises "de niveau 3" et "de niveau 4" qui produisent des composants et des matériaux spécifiques pour tous les autres fabricants.

Tableau 18 Estimation des chaînes de valeur de la production des satellites jusqu'aux services liés à la donnée (en Milliards de \$)



Les opérateurs de satellites possèdent et exploitent des satellites, fournissant toutes les activités liées aux satellites telles que les télécommunications, les services radio et la télédétection.

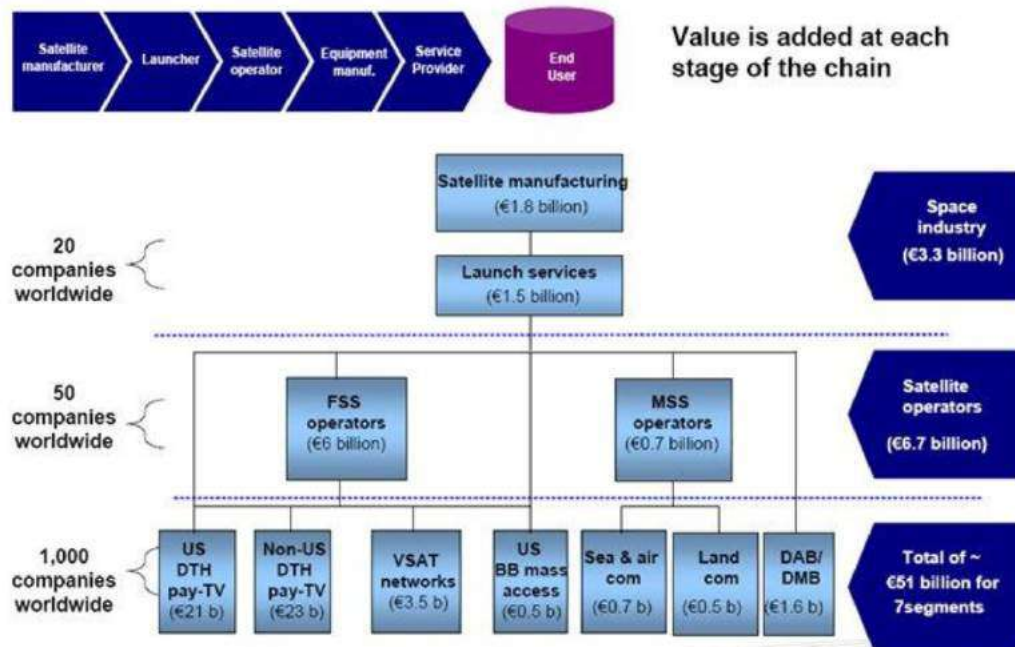
Les services destinés aux utilisateurs finaux sont fournis par des acteurs généralement extérieurs à la communauté spatiale, qui ont besoin de capacité satellitaire pour certaines de leurs activités, par exemple la télévision directe par satellite (Direct To Home), la navigation par satellite et les services à valeur ajoutée.

Le marché des communications par satellite, de l'observation de la Terre joue un rôle important dans le secteur des produits et services spatiaux commerciaux, avec des entreprises connues sous le nom d'opérateurs de satellites. Ils louent la capacité de transmission de leurs satellites à des clients publics et privés. Ce secteur spécifique peut être divisé en deux segments principaux :

- **Services fixes par satellite** (FSS : fixed satellite Services) dans lesquels les communications par satellite sont fournies au moyen de récepteurs terrestres fixes.

- **Service mobile par satellite (MSS : Mobile satellite Services)** : Services mobiles par satellite dans lesquels les communications par satellite sont fournies au moyen d'instruments de radiodiffusion et de réception mobiles, tels que les téléphones par satellite ou les communications en vol.

Tableau 19 Répartition de la chaîne de valeur du secteur spatial



Source : ESOA, 2015

1.8 Les aspects réglementaires

Contrôle à l'exportation et autres réglementations

La diffusion incontrôlée de biens et technologies militaires conventionnels et de technologies à double usage, comme la technologie spatiale, suscite de vives préoccupations à l'échelle internationale. La technologie à double usage est généralement définie comme une technologie ayant à la fois des applications civiles et militaires. Un exemple dans l'industrie spatiale est la fusée chimique, qui peut être utilisée comme lanceur spatial pour mettre en orbite des satellites et des humains, mais qui peut aussi servir de missile balistique pour lancer des armes de destruction massive. Tous les nouveaux acteurs, y compris les acteurs privés non gouvernementaux de l'espace, devraient être parfaitement conscients de la nature sensible et du contexte politiquement chargé de toutes les activités spatiales.

À l'échelle internationale, l'Arrangement de Wassenaar sur le contrôle des exportations d'armes classiques et de biens et technologies à double usage est un effort significatif pour contrôler la prolifération de types spécifiques de biens et technologies militaires et à double usage³⁷.

³⁷ Secure World foundation, *Handbook for New Actors in Space*, 2017

L'objectif de l'Arrangement de Wassenaar est de contribuer à la sécurité et à la stabilité régionales et internationales en promouvant la transparence et une plus grande responsabilité pour les transferts d'armes conventionnelles et de biens et technologies à double usage³⁸.

Le Régime de contrôle de la technologie des missiles (MTCR) est un autre contrôle international important dans le domaine des activités spatiales (34 pays participants). L'objectif du MTCR est de coordonner les efforts nationaux d'octroi de licences d'exportation afin de prévenir la prolifération des véhicules inhabités capables de transporter des armes de destruction massive.

Les lois de contrôle des exportations d'un pays ont eu des effets à l'échelle mondiale. L'International Traffic in Arms Regulation (ITAR) des États-Unis, un ensemble de règlements gouvernementaux qui contrôlent l'exportation et l'importation d'articles et de services liés à la défense sur la liste de munitions des États-Unis (USML), a affecté la façon dont d'autres pays développent les industries nationales en raison des règles exigeant la "conformité à l'ITAR". Cela dépend en partie de l'enregistrement auprès de la Directorate of Defense Trade Controls (DDTC) du département d'État américain et de l'obtention des licences nécessaires³⁹.

Politique spatiale européenne et principe du retour géographique

La politique spatiale européenne repose sur une organisation spécifique autour de 3 piliers : l'Union Européenne, l'agence spatiale européenne (ESA) et les États membres de l'Union et des règles qui lui sont propres.

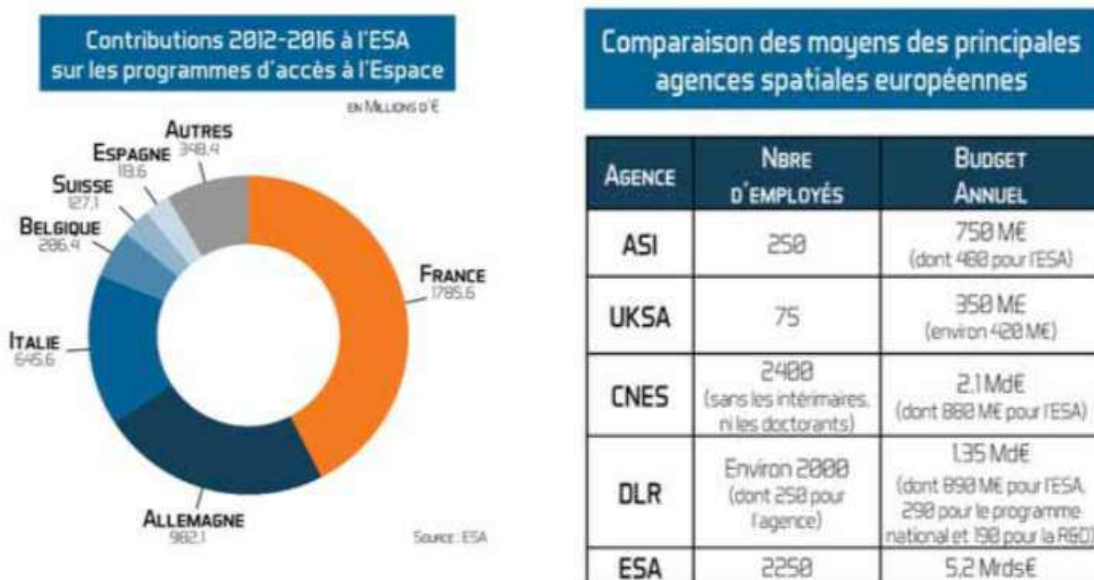
Les initiatives spatiales reprises dans le cadre de l'UE ou de l'ESA sont de façon générale initiée par les États membres qui doivent à leur tour convaincre d'autres états pour collaborer sur les projets proposés (comme les Programmes Ariane ou Galileo qui ont été proposés par la France)

L'agence spatiale européenne (ESA) est l'organisme qui a pour rôle d'assurer et développer, à des fins exclusivement pacifiques, la coopération entre les différents états membres dans le cadre de la recherche et du développement de la technologie spatiale et ses applications.

³⁸ Secure World foundation, *Handbook for New Actors in Space*, 2017

³⁹ Secure World foundation, *Handbook for New Actors in Space*, 2017

Tableau 20 : Contribution des membres à l'ESA et budget annuel des principales agences européennes



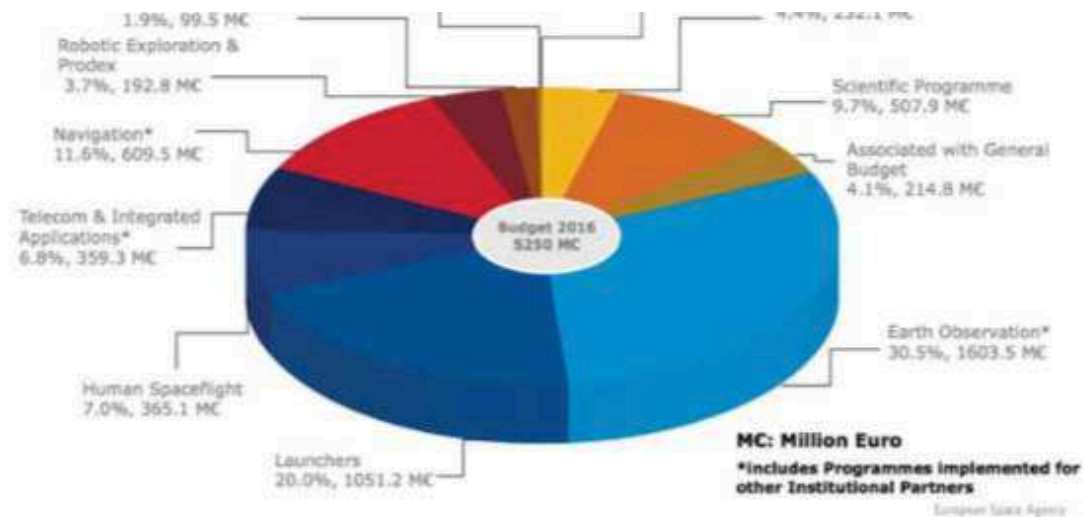
Source : Openspace, 2016

L'ESA, maître d'ouvrage des programmes spatiaux européens, regroupe à ce jour 18 pays membres qui sont soumis à deux types d'activités : **les activités obligatoires et facultatives**⁴⁰. Les activités obligatoires sont les activités imposées à tous les états membres et doivent y participer au prorata de leur PIB. Dans le cadre des activités facultatives, l'état membre peut participer et choisir le montant de sa contribution. Chaque État membre possède une voix au sein du conseil. La politique industrielle de l'ESA s'appuie sur le **principe du retour géographique**⁴¹, ce qui implique que le montant des contrats attribué à l'industrie ou centre de recherche de chaque État doit être équivalent à sa contribution.

⁴⁰ Geneviève FIORASO, *Openspace : l'ouverture comme réponse aux défis de la filière spatiale*, 2016

⁴¹ Anne Bondiou-Clergerie, CAIRN, *L'industrie Spatiale Européenne*, 2012

Tableau 21 : Budget de l'ESA par domaine en 2016



Source : Openspace, 2016

Pays membre de l'ESA : Allemagne, France, Danemark, Autriche, Belgique, Pays-Bas, Espagne, Finlande, Grèce, Irlande, Italie, Luxembourg, Norvège, Portugal, Royaume-Uni, Suède, République tchèque.

Pour l'histoire, l'industrie spatiale européenne s'est construite assez naturellement sur les fondations des grandes sociétés de l'aéronautique et de la défense européenne et leur consolidation après la Deuxième Guerre mondiale. Contrairement à l'industrie aéronautique⁴², l'industrie spatiale est une industrie de développement caractérisée par une production en petite série voire, unitaire, avec un marché mixte institutionnel et commercial.

Le secteur spatial européen présente des atouts exploitables au niveau international⁴³ :

- ✓ Une présence historique et renforcée sur le segment des lanceurs commerciaux grâce à la fusée Ariane
- ✓ Un leadership (en chiffre) sur les télécommunications et l'exploitation des satellites commerciaux avec les sociétés européennes SES et EUTELSAT
- ✓ La présence sur son sol des leaders industriels et fabricants de satellites : Airbus Defence & Space, Thales Alenia Space, OHB
- ✓ Le développement et la présence de programme de recherche et d'exploration scientifiques avancées
- ✓ Le développement du système GALILEO, concurrent au système GPS (USA) et GLONASS (Russe) qui lui permet de garder son indépendance sur les capacités de systèmes de positionnement.
- ✓ Le développement d'un programme d'envergure mondiale concernant l'observation spatiale (Copernicus, Sentinel...)

⁴² L'industrie aéronautique est davantage considérée comme une industrie de production liée aux grandes quantités de pièces produites

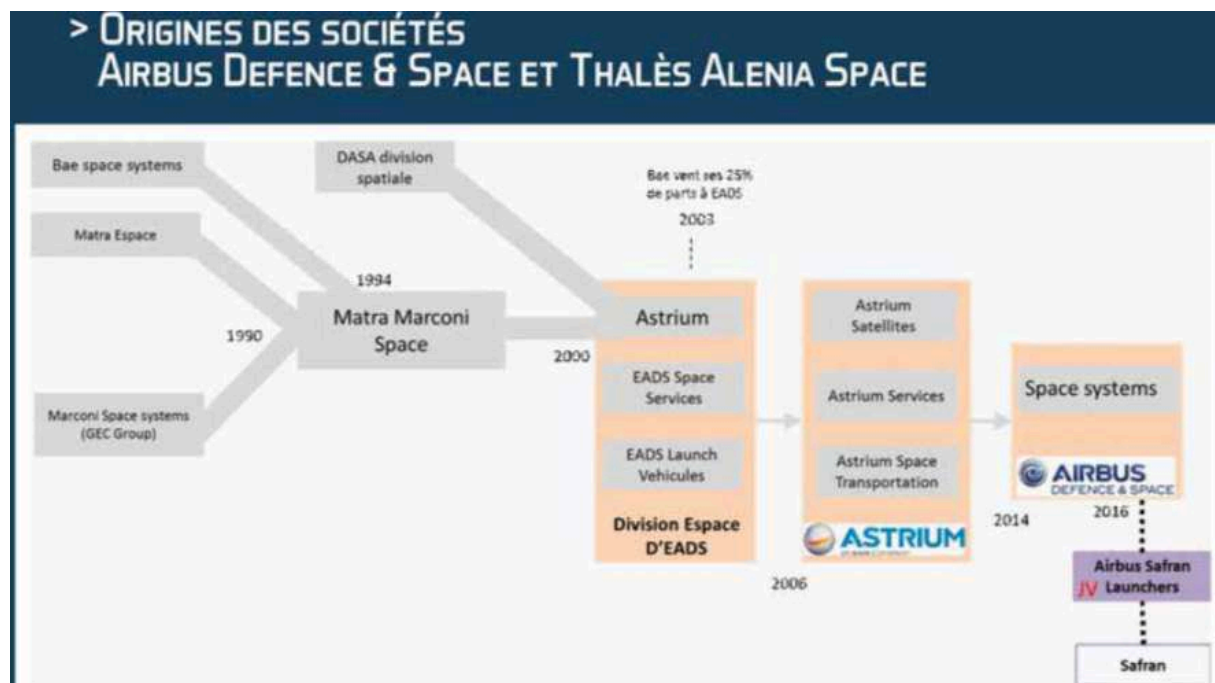
⁴³ Institut Montaigne, Arthur Sauzay, Espace : L'Europe contre-attaque, 2017

Le secteur spatial européen présente aussi des faiblesses liées aux investissements limités (public & privé). En 2016, L'ESA dispose d'un budget global de 5 Milliards de \$ en comparaison au budget annuel de l'agence spatiale américaine (NASA) qui dispose de 20 milliards de \$. Une étude de l'OCDE⁴⁴ du budget spatial par habitant indique que les pays européens investissent moins dans le secteur spatial contrairement à l'américain : France : 38\$ / habitant, 20\$ / habitant pour un Italien ou Allemand, 124\$ pour un américain. De réelles réflexions se posent sur le maintien d'une position européenne qui investit moins comparativement à d'autres nations qui investissent davantage.

De plus, la complexité de la gouvernance du système européen fait intervenir beaucoup d'acteurs à la fois venant du public et du privé qui retarde les prises de décision ou complexifie les relations interacteurs ou interétatique. Cette gouvernance principalement intergouvernementale est un frein au développement du secteur privé en Europe⁴⁵.

Par ailleurs, le soutien apporté aux opérateurs privés est relativement faible comparé aux autres grandes puissances spatiales notamment les USA. En effet, comme illustré sur le segment des lanceurs, le secteur public européen qui fournit déjà peu de lancements ne privilégie pas systématiquement les lanceurs européens pour leur lancement contrairement aux autres acteurs mondiaux (pas d'exclusivité nationale)⁴⁶. De plus, les investissements privés sont encore faibles pour faire émerger de nouveaux acteurs européen en comparaison à ce qui se passe aux États-Unis.

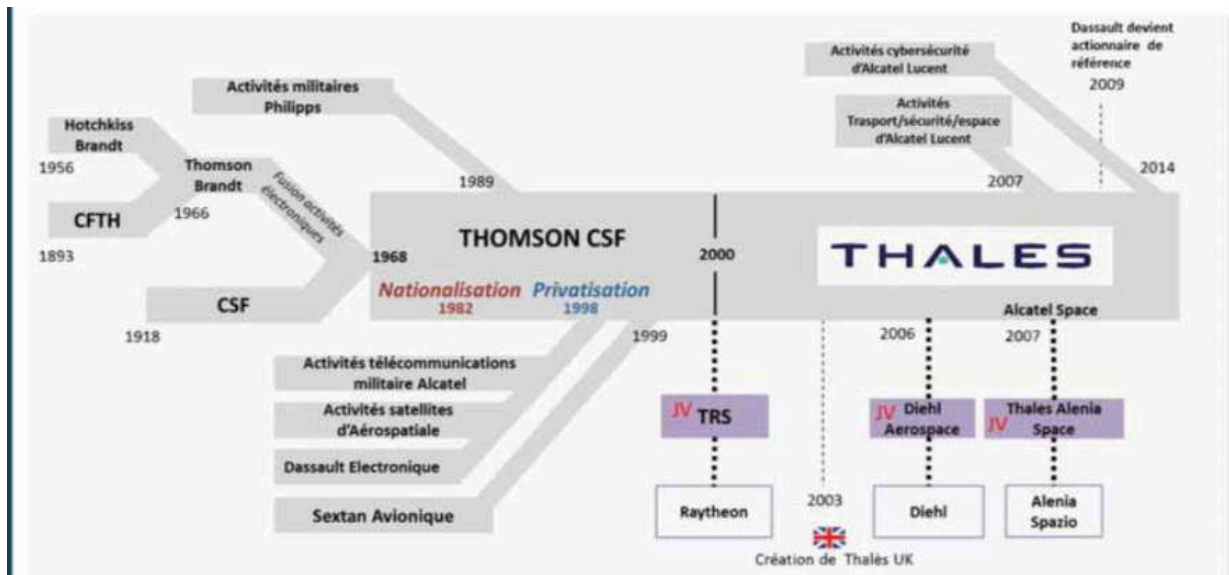
Tableau 22 : Origine et historique de la construction des sociétés Airbus et Thales



⁴⁴ Institut Montaigne, Arthur Sauzay, Espace : L'Europe contre-attaque, 2017

⁴⁵ Geneviève FIORASO, Openspace : l'ouverture comme réponse aux défis de la filière spatiale, 2016

⁴⁶ Institut Montaigne, Arthur Sauzay, Espace : L'Europe contre-attaque, 2017



Source : DGA, 2011

II. Une nouvelle donne pour le secteur spatial

2.1 Émergence du New Space et menaces pour les firmes existantes

Les nouvelles utilisations des applications spatiales

L'activité spatiale répond aujourd'hui à des visions plus utilisatrice notamment en termes de bénéfiques pour l'homme (gestion des ressources, environnement, etc.) et les attentes ne sont plus locales, mais sont devenues mondiales.

Les attentes des sociétés ont également évolué rapidement de façon imprévisible, amplifiées par la mondialisation. Ces attentes sont multidimensionnelles : culturelles (capacité à accéder à l'information), économiques et sociales (recherche du bien-être), sécuritaires, spirituelles. De plus, les crises qui s'en suivent peuvent offrir de nouvelles opportunités aux sociétés modernes dans des domaines comme la sécurité, la santé, etc. En cela, les technologies spatiales peuvent élargir le panel des solutions disponibles⁴⁷ (détection des catastrophes, surveillance de l'environnement, météo ...)

Pour certain, l'espace est devenu un lieu d'investissement ponctuel et son occupation traduit un gain d'opportunités. Les technologies spatiales sont alors considérées comme une alternative de solution pour faire face à d'éventuelle grande crise⁴⁸. Cette tendance va se poursuivre, car elle est perçue comme un moyen d'assouvir les besoins insatiables de nos sociétés d'avoir des moyens plus performants et rapides de communication et de diffusion de l'information.

Pour d'autres, l'espace doit devenir le pilier central des principaux challenges de l'humanité de demain à la fois au niveau environnemental, politique et social. Il ne suffit plus d'utiliser l'espace, mais de l'occuper voire de l'habiter. Ceci permettrait de lancer des programmes à grandes échelles avec des débouchés massifs dans les domaines de l'énergie ou l'exploitation des ressources extraterrestre avec une approche du développement technologique à une

⁴⁷ Euroconsult, *Prospects for the Small Satellite Market*, 2018

⁴⁸ CSIS Aerospace security Project, Todd Harrison, *Implications of Ultra Low Cost access to Space*, 2017

autre échelle⁴⁹. La difficulté reste à trouver des financements ou des conditions avantageuses de financement pour ce type de projet, notamment pour un investissement à long terme mais dont le retour sur investissement n'est pas garanti.

De nouveaux acteurs en quête d'une nouvelle vision de l'espace

L'irruption de ces milliardaires industriels dans le secteur spatial, connus pour exceller dans des domaines différents du spatial et nés après l'époque Apollo a créé la surprise. Les avis sont partagés, mais de nombreux experts estiment aussi que ces milliardaires avec leurs projets futuristes dont pour certains consiste à connecter le monde avec une constellation de satellites connaîtront les mêmes échecs que les projets similaires initiés il y a 20 ans. En effet, on parlait déjà de projets de constellation de satellites pour connecter le monde par téléphone il y a 20 ans mais qui a connu un échec retentissant avec l'explosion de la bulle internet et la croissance exponentielle du réseau terrestre (fibre et GSM).

Acteurs et visions

Ces nouveaux acteurs sont majoritairement issus de la Silicon Valley et sont supportés par un certain nombre d'investisseurs dont des sociétés de capital-risque qui continuent d'investir sur des start-ups, mais aussi sur « des licornes⁵⁰ » qui suscitent aujourd'hui des interrogations et scepticismes quant à leur pérennité. Mais sans ce type de financement, ce type de projet ne verrait jamais le jour.

Comment une société comme SpaceX dirigé par son fondateur Elon Musk a-t-elle pu devenir un concurrent sérieux d'Ariane Espace et d'Airbus en si peu de temps ?

La vision d'Elon Musk est de combiner les progrès technologiques et les progrès humains afin d'offrir des solutions aux problèmes de l'humanité. D'ailleurs, la finalité de son projet (SpaceX) est d'aller sur Mars.

De nouveaux arrivants avec des objectifs plus prosaïques se sont également positionnés, dont des acteurs qui souhaitent relancer les projets de constellations, mais sur une tout autre échelle jamais inégalée de centaines à plusieurs milliers de satellites pour connecter le monde.

D'autres encore misent plutôt sur la mise en orbite de constellation de satellites d'observation pour avoir un système d'observation permanent de la Terre.

Il y a une vingtaine d'années, d'énormes projets de satellites de télécommunications ont également été lancés mais n'ont pas eu le succès attendu voire ont été abandonnés car le projet était finalement irréalisable d'un point de vue de l'investissement, de rentabilité ou tout simplement par l'absence de marché réellement porteur. Un des projets les plus en vue de l'époque était le projet TELEDESIC qui consistait à connecter le monde en utilisant une constellation de plusieurs centaines de satellites en orbite basse lancés également par un milliardaire bien connu, Bill GATES⁵¹. Le projet s'est soldé par un échec comme les autres projets majeurs de constellation initiés à cette époque, dont IRIDIUM ou GLOBALSTAR.

Cependant, une vingtaine d'années plus tard, les mêmes promoteurs de ces systèmes refusent cette comparaison et sont persuadés de la réussite des projets car selon ces derniers,

⁴⁹ Giovanni Facchinetti, *Small Satellite : economic trends*, 2016

⁵⁰ Terme utilisé pour les sociétés impliqués dans les nouvelles technologies dont la valorisation boursière dépasse le milliard de dollars sans être coté en bourse

⁵¹ LesEchos, Regis Marty, *Le reseau de satellites de Bill Gates obtient le feu vert des autorités américaines*, 1997

du point de vue technologique, les vingt dernières années ont été révolutionnées par le monde de l'informatique et l'électronique qui nous permettent d'avoir des systèmes plus puissants, plus complexes et plus compétitifs.

Il y a eu des changements importants dans l'évolution des technologies et des marchés depuis les années 1990. En effet, les récents développements pourraient laisser présager un modèle commercial viable pour les constellations notamment grâce à⁵² :

- De nouveaux marchés pour la voix, la télévision/vidéo, le téléphone et les services de données se trouvent dans des régions mal desservies par les connexions terrestres et cellulaires actuelles. Il est peu probable que ces zones soient reliées à une connexion terrestre prochainement (zone blanche).
- On prévoit une expansion majeure du nombre de systèmes connectés à internet à l'échelle mondiale dans la mesure que l'Internet des objets se développe (IoT), ce qui entraînera une demande supplémentaire de connectivité.
- Il pourrait y avoir des possibilités d'innovation dans le secteur de la production pour rendre les satellites plus abordables.
- Le nombre de satellites prévu pour les constellations OneWeb (650 satellites) et SpaceX (4 000) concernent des quantités pour lesquelles il serait justifié d'utiliser des technologies de fabrication avancées pour réduire les coûts de production unitaires.

Des New Space ?

Plusieurs facettes du New Space se dessinent au fur et à mesure de son émergence. On retrouve dans le New Space des entreprises calquées sur les modèles de profit classique et d'autres plus proches de l'esprit originel des entreprises de la Silicon Valley. Néanmoins, ces idées pionnières de la Silicon Valley ont évolué pour laisser place à un principe beaucoup plus basique notamment le retour d'investissement, le plus tôt possible. Un réseau de financement s'est alors mis en place et est entièrement intégré dans le tissu industriel local. Il s'est notamment développé une culture de l'intégration verticale, plus précisément, de tout développer en interne (in-house) pour être autonome et ce qui permettait d'éviter de dépendre des fournisseurs⁵³. A l'époque, ce modèle a réussi à séduire les investisseurs mais a également engendré des coûts d'investissement considérable. Sous la pression des différents investisseurs, la Silicon Valley s'est détachée peu à peu de ce modèle. On retrouve ce type de modèle chez SpaceX par exemple avec une recherche obsessionnelle de l'autonomie, de la maîtrise de la production et du détail. Cette pratique reste néanmoins peu répandue dans le New Space et nous remarquons même plutôt une tendance inverse avec l'utilisation d'éléments standards comme les COTS⁵⁴ pour avoir des produits plus compétitifs. Le New Space présente bien des facettes différentes.

2.2 Les nouveautés du New Space

Émergence du New Space et investissement massif des sociétés de capital-risque

L'émergence du New Space est le résultat d'un processus qui a mûri depuis 20 ans et ce regain d'intérêt pour le secteur spatial ne concerne pas uniquement quelques milliardaires mais aussi les géants issus du Web ou des nouvelles technologies telles que le GAFA (Google

⁵² Giovanni Facchinetti, *Small Satellite : economic trends*, 2016

⁵³ Luke Lancaster, *Silicon Valley shoots for the stars in the New Space race*, 2017

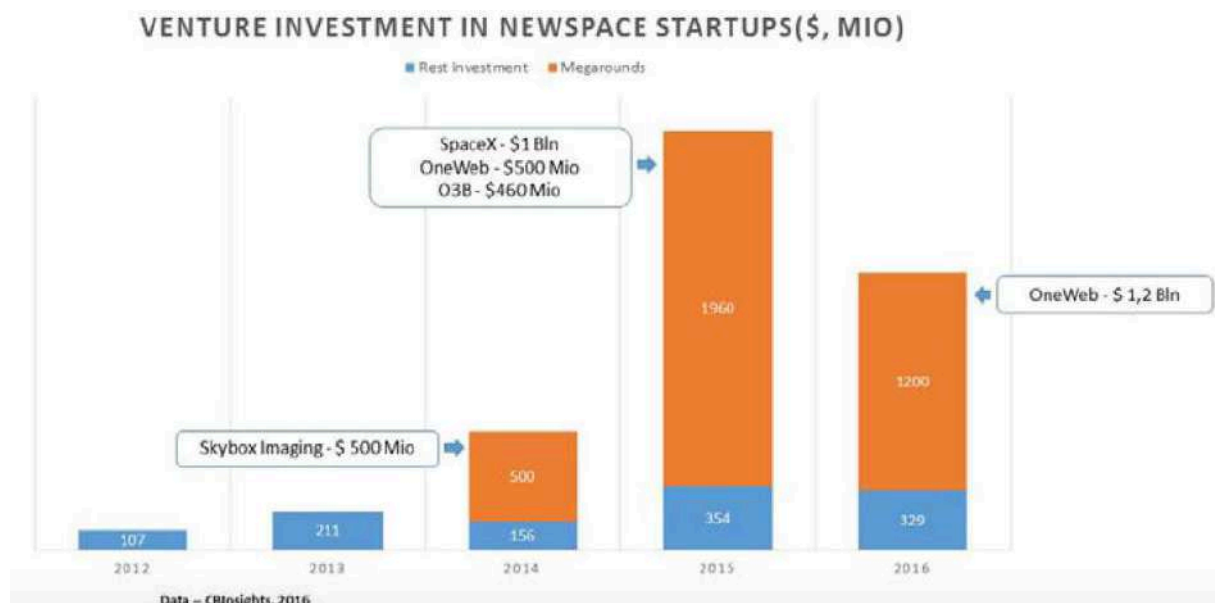
⁵⁴ COTS : Commercial off the Shelf ou produit sur étagère, produit standard

Amazon Facebook Apple) qui visualisent le secteur spatial comme un relais de croissance pour étendre leur marché et atteindre de nouvelles cibles tout en s'appuyant sur les nouvelles technologies. L'investissement massif de ces entreprises de capital risque permet aux acteurs du secteur spatial traditionnel et des nouveaux acteurs d'accéder à des financements très importants et quasi immédiats pour démarrer des projets très ambitieux.

En effet, le déploiement de la technologie satellite permettrait d'atteindre de nouvelles cibles aujourd'hui dépourvues d'internet qui pourrait grâce à Internet devenir des consommateurs potentiels (en publicité, produits électroniques, en données etc.). La rapidité de la transmission et la diminution du temps de latence sont un facteur important pour fidéliser les utilisateurs et développer les usages (gaming, connexion haut débit, applications en temps réel...)

Entre 2000 à 2015, les États-Unis à eux seuls ont investi dans plus de 80 start-ups pour un montant total de 13 milliards de \$ selon une étude de Tauri Group⁵⁵ et parmi les investisseurs les sociétés de capital-risque (VC) tiennent une place importante.

Tableau 23 : Investissement des sociétés de capital-risque dans les start-ups



Source : The Tauri group, 2016

⁵⁵ Tauri Group, *State of the Satellite Industry Report*, 2016

Tableau 24 : Montant d'investissement des sociétés de capital-risque dans les projets de constellations

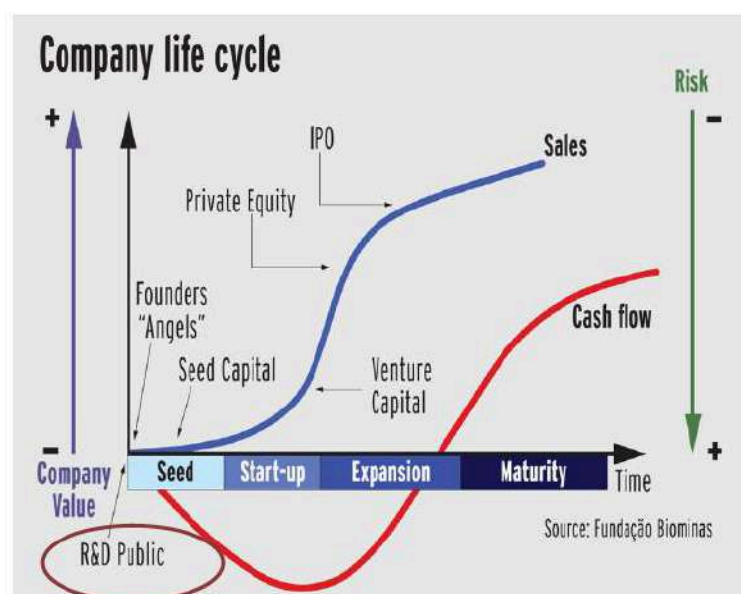
| Company | Venture Capital and Equity Financing through 2016 (Millions) |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| OneWeb constellation | \$1,719 |
| SpaceX constellation | \$1,185 |
| Planet constellation | \$171 |
| Kymeta | \$144 |
| Spire | \$67 |
| Spaceflight Industries/ Blacksky | \$45 |
| Astroscale | \$43 |

Source : The Tauri group, 2016

Près de la moitié du montant total de capital risque investi sur les quinze dernières années a été investi sur l'année 2015 et avec l'apparition d'investisseurs non traditionnels ou nouveaux dans le secteur spatial⁵⁶.

La typologie des investisseurs est aussi diversifiée avec des attentes différentes : des Business Angels qui sont généralement des personnes fortunées souhaitant afficher des visions personnelles ou collectives, des Venture Capital (capital Risque) qui vont être à la recherche d'une motivation économique ou d'un retour sur investissement et enfin des entreprises issues d'internet qui souhaitent faire du profit et trouver de nouveaux relais de croissance⁵⁷ (Marché et client). La tendance globale des motivations semble être avant tout économique.

Tableau 25: Type d'investisseur suivant le cycle de vie de la société



⁵⁶ Comme Coca Cola qui investit dans la constellation Oneweb

⁵⁷ LesEchos, *L'espace, le nouveau terrain de jeu du capital-risque*, 2017

Tableau 26: Montant moyen levé par start-up

| Pays | Montant moyen levé par start-up, en millions (depuis 2015) | Montant total levé en millions (depuis 2015) |
|------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| États-Unis | 67,2 | 5 460 |
| Singapour | 40,2 | 201 |
| Israël | 37,8 | 151 |
| Allemagne | 17,4 | 139 |
| Chine | N.C. | 122 |
| France | 2,6 | 55 |

Source : Openspace, 2016

Tableau 27 : Type d'investisseur dans le secteur spatial public et privé

| | | | Space Angels, Accion Systems |
|----------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Private Sector | Venture Capital (VC) | A dedicated group of investors that identify high-risk, high-return companies to invest in; usually based off a managed fund | Bessemer Venture Partners, Spire |
| | Corporate Venture Capital and Investors | A subset of VCs; may support relevant R&D efforts of interest to the company, or to develop strategic partnerships | Coca Cola and Bharti Enterprises, OneWeb |
| | Private Equity Investors | Large investment houses that often invest in relatively established companies, either through equity or debt financing. | Google and Fidelity, SpaceX |
| | Public Markets | Companies raise money once they "go public" (IPO), allowing for a portion of the company to be owned publically. | Public Market (Nasdaq First North Premier), GomSpace |
| | Internal Funds | Funds secured through contracts, non-equity partnerships and other means. | SpaceX, proposed broadband constellation |
| Public Sector | Grants (i.e., SBIRs in the United States) | Grants are awarded by government institutions to support both private and public (i.e., academia) endeavors | Air Force SBIR, Blue Canyon Technologies |
| | Contracts and Public-Private Partnerships | Contracts are often awarded by governmental and academic actors to companies across all sectors. | NGA, Planet |
| | Internal Funds | Internal funds (i.e., IR&D) are used within public agencies to support technology and mission development | NASA IR&D funds, NASA Centers |
| | Indirect support (i.e., tax incentives) | Governments support actors through in-direct investments including subsidized launch options and tax incentives for manufacturing facilities | India (subsidized launch), Berlin Space Technologies (potentially opening manufacturing plant in India) |

Source : IDA, 2017

À ce jour, les plus grands investissements ont été faits aux États-Unis⁵⁸ mais l'Asie commence également à s'intéresser au secteur spatial⁵⁹.

⁵⁸ A l'image du rachat de Skybox Imaging (devenue Terra Bella) par Google pour 478 M€, 5 fois sa valeur initiale

⁵⁹ Projet de constellation annoncé par le géant Coréen Samsung avec plus de 4200 satellites de télécoms

Il y a aussi des projets de constellations comme Oneweb, un projet de constellation de 700 satellites qui bénéficie du soutien de nombreuses entreprises et qui est à ce jour le projet de constellation le plus aboutit. Il a été proposé par Greg Wyler, un homme d'affaires américain qui a fait sa carrière dans le domaine de la sous-traitance informatique puis sur les réseaux télécoms en Afrique. Il a également été l'initiateur du projet O3B (Other 3 Billion), un autre projet de constellation avant d'être racheté par l'opérateur satellite SES dont l'objectif était de connecter la population mondiale n'ayant pas accès au réseau internet et diminuer la fracture numérique mondiale.

Il existe également en parallèle d'autres projets de constellation satellites mais pour d'autres applications comme celle de l'observation de la terre à l'instar du projet BlackSky, qui envisage de lancer une constellation de 60 satellites qui pourraient proposer une précision d'un mètre et couvrir 95% de la surface de la Terre avec une distribution des images produites grâce à un simple abonnement⁶⁰. L'objectif étant davantage de viser un marché de masse et non de niche.

Des projets similaires ont été bien imaginés il y a une vingtaine d'années déjà mais la vraie différence par rapport à notre époque, celle du New Space, est réellement la présence de financements massifs qui permettent de réaliser ces projets parfois futuristes et irréels par des acteurs issus d'internet (GAFA) et d'autres acteurs économiques.

Les grandes tendances

Avec l'émergence progressive du New Space et de ces nouveaux acteurs, on observe néanmoins une tendance aux regroupements ou fusion des sociétés. En effet, même si ces changements mettent du temps à opérer, les acteurs historiques se posent la question sur les effets à long terme et tentent de consolider leurs positions. À l'instar de DigitalGlobe, une société commerciale leader dans l'observation de la Terre rachetée par MDA, le leader canadien des technologies spatiales, afin de permettre la consolidation de la position leader de DigitalGlobe face à son principal challenger Airbus Geo Information System⁶¹.

Du côté des nouveaux entrants, ils affinent leur stratégie et se positionnent en investisseur prudent pour se concentrer sur les activités les plus lucratives. Google a par exemple revu son projet « Loon Ballon » qui avait pour objectif de déployer des ballons pour diffuser internet dans les zones blanches, ces fameuses zones sans connexion internet⁶².

Des ajustements progressifs sont encore attendus notamment au niveau de la chaîne de valeur pour ce nouveau secteur industriel. En effet, le développement de nouveaux petits satellites, plus petits, moins chers à des cadences de production jamais égalées sera encore les challenges industriels de demain et nous nous attendons sans doute à de nouvelles alliances inédites d'acteurs qui ne se sont jamais croisés auparavant.

Les tendances sur les services de lancement :

Les petits lanceurs, les lanceurs réutilisables et les véhicules suborbitaux devraient connaître une croissance significative au cours de la prochaine décennie. L'utilisation généralisée des CubeSats va générer une demande de lanceurs plus petits, plus fréquents et moins coûteux⁶³.

⁶⁰ Tereza Pultarova, SpaceNews, *Blacksky taps Thales Alenia to build constellation of 60 fast revisit EO satellites*, 2017

⁶¹ Pierre-François MOURIAUX, Air&Cosmos, *MDA rachète DigitalGlobe*, 2017

⁶² LesEchos, *l'ambitieux projet Loon de Google compromis*, 2017

⁶³ Euroconsult, *Prospects for the Small Satellite Market*, 2018

Les activités de R&D peuvent également bénéficier d'opportunités de vols suborbitaux et de lanceurs moins chers⁶⁴.

L'arrivée des sociétés comme SpaceX et l'approche de plus en plus agressive des géants comme ULA vont faire des vagues dans l'écosystème international des services de lancement et éventuellement aggraver le déséquilibre entre l'offre et la demande et faire baisser les prix des services de lancement. Toujours dans le cadre d'une stratégie de réduction des coûts, les sociétés spécialisées dans le lancement sont en train de développer des programmes de covoiturage ou rideshare permettant de multiples possibilités d'embarquer des charges utiles secondaires⁶⁵.

Les lanceurs lourds coexisteront avec les petits lanceurs avec ou sans subventions. Les lanceurs qui vont réussir commercialement seront les lanceurs proposant de la disponibilité, de la fiabilité et des coûts attractifs⁶⁶.

Les tendances sur la fabrication de satellites

La clé du développement futur de l'espace commercial est liée à l'accessibilité et la disponibilité des données spatiales à des prix très compétitifs. La multiplication d'entreprises capable de fournir, dans des délais courts, des pièces d'ingénierie bon marché, de haute précision et de hautes performances peut contribuer à faire baisser le prix final des véhicules spatiaux et la fabrication des lanceurs, ce qui, conjugué à une diminution globale des coûts des lanceurs en raison des gains d'efficacité, peut faciliter l'accès à l'espace et réduire le coût d'acquisition des données spatiales⁶⁷. Les technologies de fabrication de pointe (impression 3D etc.) contribueront également à réduire les coûts. Des données spatiales avec un prix plus accessible sont susceptibles de générer une demande plus importante pour les constructeurs de véhicules spatiaux et fusées, créant ainsi un cercle vertueux.

Une nouvelle répartition des rôles

Le financement public reste indispensable pour le secteur spatial à l'image du secteur militaire⁶⁸. Le mix de financement public et privé a permis de faire émerger des sociétés comme SpaceX qui a bouleversé l'ordre établi, pour un secteur peu habitué aux remises en cause. La conséquence de l'émergence de SpaceX a provoqué par exemple un plan social chez la société concurrente ULA qui est issue d'une alliance entre Boeing et Lockheed Martin formé en 2006⁶⁹. L'arrivée de nouveaux acteurs comme Blue Origin ou Orbital sur ce segment créera une compétition supplémentaire et va complexifier la distribution des financements publics.

À ce jour, le financement public reste primordial pour le secteur spatial, car il n'existe pas encore de clientèle privée conséquente capable de favoriser le développement de l'industrie spatiale.

⁶⁴ Giovanni Facchinetti, *Small Satellite : economic trends*, 2016

⁶⁵ Giovanni Facchinetti, *Small Satellite : economic trends*, 2016

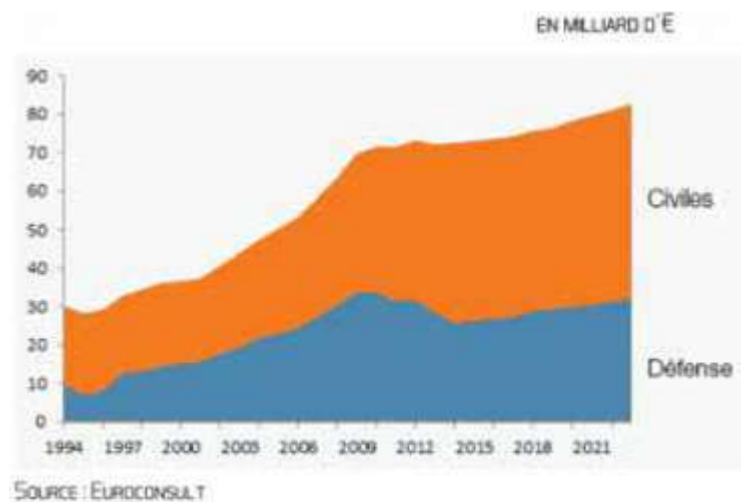
⁶⁶ Euroconsult, *Prospects for the Small Satellite Market*, 2018

⁶⁷ Market forecast, *Global Space industry : market and technology forecast to 2026*, 2018

⁶⁸ La taille du marché militaire est estimé à 7 à milliards de \$ selon une étude Euroconsult, 2016

⁶⁹ Greg Avery, Bizjournals, *ULA is cutting jobs again*, 2017

Tableau 28: Dépenses gouvernementales dans le secteur spatial à l'échelle mondiale



L'Europe face au New Space

Pour l'industrie spatiale européenne, le New Space représente une menace pour une partie de ses activités historiques comme le secteur du lancement d'engins spatiaux (Ariane Vs SpaceX).

En effet, la position européenne est menacée depuis quelques années par l'arrivée des acteurs privés et la montée en puissance et en autonomie des programmes spatiaux des pays émergents (Inde, Chine) malgré ses efforts de réorganisation.

L'arrivée des nouveaux acteurs principalement venus des États-Unis bouleverse le fonctionnement traditionnel du secteur et impacte de facto la position européenne. En effet, ces sociétés sont parfois dirigées par des milliardaires, qui ont le contrôle sur leur société et des moyens financiers associés pour concrétiser leurs ambitions ou visions, sans être obligées de suivre la volonté des actionnaires. Ceci leur confère une grande flexibilité dans les prises de décisions, mais aussi dans la capacité à prendre des risques pour arriver au bout de leurs objectifs.

2.3 De nouveaux entrants peu communs au monde traditionnel du secteur spatial

La présence des géants du numérique, communément appelé les GAFAs (Google Amazon Facebook Apple) qui investissent de plus en plus dans le secteur spatial est source de partenariat, de dynamisme et surtout source de financement pour le secteur spatial, qui reste un secteur porteur de risques importants (risque de collision, d'échec de lancement...)

Ces sociétés sont aujourd'hui majoritairement américaines et soulignent le retard de l'Europe sur le virage des technologies numériques, qui aura à un moment donné un impact sur le secteur spatial et sera au détriment des intérêts européens⁷⁰.

Facebook - Athena

L'acteur du réseau social Facebook souhaite également développer son projet de connectivité par internet satellite en développant une constellation de plusieurs milliers de satellites. Après l'explosion de son premier satellite et l'abandon de son projet de drone géant (Loon ballon),

⁷⁰ Selon une étude de l'institut Montaigne, l'Europe contre-attaque, 2017

Facebook relance son projet d'apporter le Web dans les zones blanches ou grises qui sont des zones non desservies ou mal desservies par une connexion internet. Le projet est désormais lancé et porte le nom d'Athéna⁷¹.

Blue Origin

Blue Origin a été fondé par Jeff Bezos, milliardaire et fondateur de la société Amazon qu'il détient encore à 16%. La société Blue Origin est une société intervenant dans le domaine de l'aérospatiale à la fois en tant que fabricant et propose aussi les services associés (vol suborbital notamment) dont l'objectif est de développer les nouvelles technologies pour réduire les coûts d'accès à l'espace. Jeff Bezos compte sur la manne financière dégagée par sa société Amazon, notamment par la revente de ses actions, pour financer ses ambitions spatiales. Avec un patrimoine estimé à 90 Milliards de \$, il est considéré à ce jour comme l'homme le plus fortuné au monde⁷².

La société a d'abord démarré par le développement du vol suborbital avec le vaisseau Shepard et ensuite par le développement d'un lanceur réutilisable nommé New Glenn qui aura une capacité proche du Falcon Heavy de SpaceX⁷³.

Virgin Orbit

Pas présent sur le secteur des constellations mais bien celui du New Space, la société Virgin Orbit est une filiale de Virgin Galactic, propriété du milliardaire britannique Richard Branson qui développe une solution de lancement de fusée depuis un avion, le LauncherOne. Grâce aux accords noués avec un fond stratégique saoudien qui va investir 1 Milliard de \$⁷⁴, la société va pouvoir se développer et concrétiser ses ambitions. Par ailleurs, elle dispose également d'un contrat pour le lancement d'une partie de la constellation OneWeb.

2.4 Risques liés au développement du New Space et des constellations : les débris spatiaux et collisions

Les propositions récentes concernant les grandes constellations de satellites de télécommunications ont alimenté le débat sur l'impact à long terme des grandes constellations de satellites sur la régulation du spectre et la propagation des débris orbitaux (risque de collisions entre satellites actifs et débris spatiaux)

Au cours de la dernière décennie, le nombre total de débris orbitaux a augmenté d'environ 60 %⁷⁵ et l'impact supplémentaire des propositions de lancement de constellation de satellites en suspens pourrait modifier considérablement l'environnement des objets en orbite basse.

Les propositions OneWeb, Boeing et SpaceX représentent à elles seules des demandes de plus de cinq fois le nombre de satellites opérationnels en orbite terrestre.

⁷¹ Sybille Aoudjhane, l'Usine Nouvelle, *Facebook travaillerait sur Athena, son propre satellite*, 2018

⁷² AFP, Libération, *Jeff Bezos, première fortune mondiale devant Bill Gates*, 2018

⁷³ Andrew Liptak, The Verge.com, *Blue origin successfully launched and landed its new Shepard Rocket*, 2018

⁷⁴ Lena COROT, l'Usine Nouvelle, *l'Arabie Saoudite investit un milliard de dollars dans Virgin Galactic*, 2017

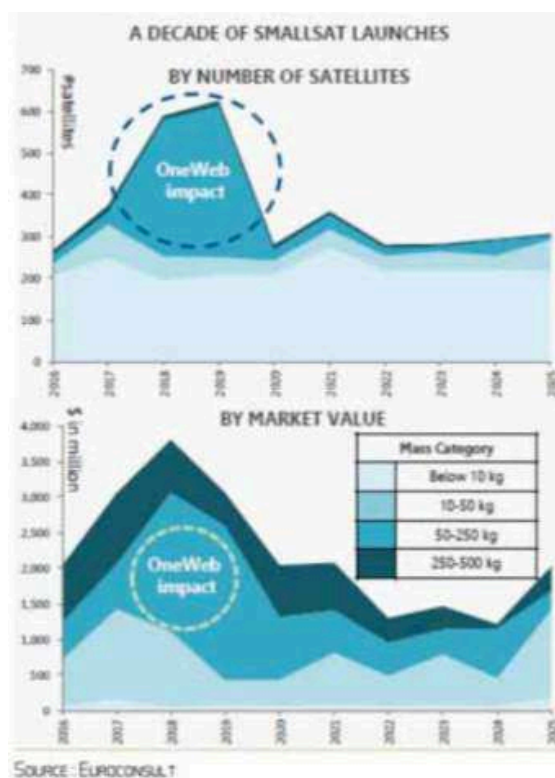
⁷⁵ Principalement lié à l'échec de lancement du satellite chinois Fengyun 1C en 2007 et la collision entre Iridium 33 avec un satellite russe Cosmos 2251 en 2009

Tableau 29: Résumé des constellations Oneweb, Boeing, SpaceX

| Proposing Organization | Total Number of Spacecraft in constellation (before spares) | Percentage Increase over Existing Operational Satellite Population | Status |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|
| OneWeb | 720 | 49.35% | Licensed |
| Boeing | 2956 | 202.60% | Pending |
| SpaceX | 4425 | 303.29% | Pending |
| Total | 8101 | 555.24% | |

Source : IDA, 2016

Tableau 30: Prédiction d'évolution du marché des petits satellites



La baisse des coûts et des contraintes d'accès à l'espace a relancé les activités commerciales d'exploitations des constellations. Néanmoins, plusieurs nouvelles contraintes devraient limiter le nombre de constellations satellites déployé à terme. Ces contraintes sont à la fois liées à la disponibilité des spectres de fréquence (octroyées par le régulateur des fréquences, l'UIT), des contraintes opérationnelles liées aux performances des satellites et du secteur sol (antennes au sol) et enfin des solutions de distribution⁷⁶.

⁷⁶ Institut Montaigne, Arthur Sauzay, Espace : L'Europe contre-attaque, 2017

III. Oneweb

3.1 Présentation du projet

Oneweb est à bien des égards une suite du projet O3B. En effet, O3B ciblait les « 3 autres milliards » de personnes sur Terre qui n'avaient pas accès à Internet. Quand on pose la question à son fondateur Greg Wyler, qui est également l'ancien fondateur de O3B, il répond qu' Oneweb opérera à une tout autre échelle. « Plus vous gagnez de l'expérience, plus vous êtes capable de construire davantage et plus de choses en même temps tout en ayant une vision plus large des pièces qui vont ensemble »⁷⁷ selon lui.

En effet, Greg Wyler a développé Oneweb à un moment de sa vie où il avait bénéficié de son expérience précédente chez O3B. Il avait déclaré que « La mission Oneweb est également plus large et plus englobante, de sorte que le nombre de satellites, le débit total et la variété des constellations en font une mission sensiblement différente. »⁷⁸

A l'époque du projet O3B, Greg Wyler avait également pour ambition de résoudre les problèmes de connectivité à travers le monde. Cependant, la société O3B avait rencontré des problèmes complexes de financement et de l'existence d'un marché potentiel.

3.2 La mission de OneWeb:

Pour le fondateur de Oneweb, tout serait lié à la mission, son objectif ultime est de mettre fin à l'inégalité numérique qui selon lui est à l'origine de nombreux problèmes de la société. La mission de Oneweb serait en phase avec les besoins de nombreux gouvernements car la connectivité est selon lui comme un oxygène pour l'humanité, ainsi la mission de Oneweb serait « une mission pour l'humanité ».

La première phase est conçue pour apporter la connectivité, rendre le web accessible à tous, partout dans le monde en espérant combler cette fracture numérique d'ici 2027. Selon l'Union internationale des communications, il y aurait environ 4 milliards de personnes qui n'ont pas d'accès à internet ou un accès très limité⁷⁹.

Il cite régulièrement les objectifs du développement durable des Nations unies qui définissent la santé, le bonheur et le bien-être des plus démunis grâce à un accès à Internet pour chacun d'entre eux. « Du travail décent, la croissance économique, à la santé et au bien-être, à l'eau potable et à l'assainissement – tout cela nécessite une éducation numérique, la santé numérique ou des capacités gouvernementales numériques. Une bonne santé et bien-être exigent l'accès aux médecins par le biais de la télémédecine et de la vidéoconférence qui ne peut être assuré que par une communication à bande passante élevée et à faible latence » a-t-il déclaré⁸⁰.

Wyler utilise l'exemple de l'Alaska où les centres de santé ruraux et éloignés cherchent à rendre l'utilisation des IRM plus efficace. « Actuellement, il faut plus de temps pour transmettre les fichiers d'IRM à l'hôpital d'Anchorage que pour faire voler les données en avion ». Donc, toutes ces pièces exigent des communications. Wyler souligne qu'il n'y a pas que OneWeb

⁷⁷ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁷⁸ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁷⁹ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁸⁰ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

qui se concentre sur la connectivité. "Les héros méconnus sont les sociétés de télécommunications comme Bharti, qui a fourni des communications à des centaines de millions de personnes qui, autrement, n'y auraient pas eu accès. « Cependant, même malgré leur dur labeur, il y a encore beaucoup de gens à l'extérieur du réseau Internet. OneWeb se concentre sur la résolution du problème." ⁸¹Affirme-t-il.

3.3 Les origines de OneWeb

O3b Networks a déjà été l'une des entreprises les plus connues dans le domaine du satellite. Il a marqué l'entrée en scène de l'un des esprits les plus dynamiques et créatifs que l'industrie satellitaire connaît depuis de nombreuses années. Cependant, une fois que l'entreprise s'est jointe à SES, Wyler pensait déjà à son prochain coup. En 2012, il a pris un congé sabbatique afin de préparer la prochaine étape pour sa carrière. Wyler l'appelle en plaisantant sa "troisième phase de retraite". Après avoir pris sa retraite chez O3b, Wyler n'arrêtait pas de penser à ceux qui n'étaient pas connectés au monde et comment O3b n'allait pas résoudre le problème ultime.

"O3b est une partie importante de la vie de millions de personnes aujourd'hui. Je ne dirais pas que cela me tourmentait, mais c'était vraiment quelque chose de si important pour l'humanité et je n'ai vu aucune réponse à l'horizon. J'ai donc beaucoup réfléchi au problème et aux solutions. J'ai commencé à m'intéresser et à me concentrer davantage à mesure que j'avais de nouvelles idées sur la façon d'y parvenir" ⁸², dit-il. "Et puis, lorsque j'ai vérifié les dépôts de fréquence de l'UIT ⁸³. L'UIT fonctionne sur le principe du premier arrivé, premier servi et dès que j'ai vu que ce morceau de spectre vraiment important était disponible, cela m'a servi de catalyseur supplémentaire pour dépenser plus d'énergie, et la vision a commencé à se concrétiser. C'était en 2012" ⁸⁴, dit-il.

Le projet Oneweb était maintenant lancé. L'influence de SoftBank et de son dynamique PDG, Mr Masayoshi Son a également été déterminante pour les espoirs et les aspirations de OneWeb. "Je parle souvent avec Masa pour savoir où nous en sommes avec notre vision. Nous avons vraiment de la chance qu'il fasse partie des investisseurs. Grâce à l'implication de SoftBank, nous avons été en mesure d'accélérer la réalisation d'une mission plus large. J'ai commencé par une mission claire : connecter chaque école d'ici 2022. Et un espoir de combler le fossé numérique après cela. Avec l'implication de Masa, nous sommes passés de l'espoir à une mission claire." ⁸⁵

La fusion avortée avec Intelsat

Plus tôt cette année, le monde satellitaire se préparait à une fusion entre Oneweb et Intelsat, qui aurait offert une vision passionnante entre satellite géostationnaire et basse orbite. Bien qu'il existe toujours un partenariat entre les deux opérateurs, la fusion dont on a tant parlé n'a pas eu lieu après que les actionnaires d'Intelsat ont fait échouer l'opération ⁸⁶.

⁸¹ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁸² Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁸³ Union Internationale des Télécommunications, une agence de l'ONU en charge d'octroyer les spectres de fréquences pour éviter les problèmes d'interférences sur les objets en orbites

⁸⁴ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁸⁵ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁸⁶ Pierre-François Mouriaux, Air&Cosmos, *Pas de mariage entre Intelsat et Oneweb*, 2017

Wylér admet qu'il a été "surpris" que les actionnaires n'aient pas accepté : "C'était une lente ébullition pour atteindre la non-acceptation. Il semblait simplement que l'entente n'allait pas être conclue. En tant que groupe de porteurs d'obligations non affiliés, ils n'ont pas été en mesure de s'unir pour accepter. Vous devez vous rappeler qu'il y a beaucoup de détenteurs d'obligations qui n'ont aucune relation les uns avec les autres. Il ne s'agit pas d'un seul groupe ou d'une seule personne. J'ai été déçu et je pense que cela aurait été très, très bon pour Intelsat et pour les détenteurs d'obligations"⁸⁷, dit-il.

M. Wylér indique que Oneweb a examiné l'accord potentiel avec Intelsat de façon plus opportuniste, et que la clé à l'époque était de garder l'équipe Oneweb concentrée sur la construction de sa constellation. "Pour l'équipe centrale de Oneweb, l'échec de l'opération Intelsat-Oneweb était presque un non-événement. L'équipe s'est concentrée sur la construction de la constellation avant, pendant et après, de sorte que, de ce point de vue, rien n'a changé. Il y a beaucoup de gens incroyablement talentueux et concentrés chez Oneweb et ils veulent vraiment accomplir notre mission - et ils sont restés concentrés tout le temps"⁸⁸, dit-il.

Tableau 31: Les potentielles synergies dans le cas d'une fusion Intelsat-Oneweb

A Compelling Opportunity for Intelsat Stakeholders

Intelsat Today

- FSS industry leader
- Blue-chip customers
- Powerful GEO constellation
- Capped access to OneWeb's LEO network
- Limited balance sheet flexibility

Intelsat + OneWeb

- Global broadband leader
- Blue-chip customers
- Hybrid LEO + GEO network
- Comprehensive access to OneWeb's next-generation LEO network
- Clear path to future technology & services
- Lowest cost delivery of service
- Enhanced capital structure

Note: FSS means fixed satellite services. GEO means geostationary orbit. LEO means low earth orbit.



Source : Intelsat 2016

Depuis que l'accord est tombé à l'eau, il y a eu beaucoup de spéculations sur l'avenir de OneWeb et sur la question de savoir si un nouveau partenariat ou une nouvelle combinaison pourrait être en cours d'élaboration.

Bien qu'il refuse de confirmer ou de nier les discussions, Wylér admet que de nombreuses entreprises sont intéressées à s'associer ou à travailler avec OneWeb - en particulier les opérateurs de satellites GEO - et que d'autres entreprises ont également exprimé leur intérêt à être acquises par OneWeb.

"L'une des façons de voir le marché du satellite géostationnaire est le nombre de nouvelles commandes de satellites GEO. Dans quelle mesure les opérateurs de GEO sont-ils fermes et convaincus dans leurs propres investissements ? Est-ce qu'ils poussent fort ou est-ce qu'ils

⁸⁷ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wylér, *The New Space Race*, 2017

⁸⁸ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wylér, *The New Space Race*, 2017

reculent ? Je pense qu'il y a une appréciation du fait que notre système devient plus réel et qu'il s'agira d'une augmentation progressive de la performance en termes de latence et de débit. Je comprends parfaitement les sceptiques lorsque nous l'avons annoncé pour la première fois. Mais, chaque fois qu'un autre jalon est franchi, de plus en plus de gens y croient"⁸⁹, dit-il.

Alors, quel est l'avenir des opérateurs de satellite géostationnaire avec un OneWeb à leurs trousses ? M. Wyler affirme qu'il est important de ne pas se concentrer sur la technologie, mais plutôt sur la mission ultime. Il croit que l'échec se produit quand les gens sont enfermés dans une technologie, plutôt que dans la mission qu'ils sont en train d'accomplir.

"J'ai choisi le satellite parce que c'était la meilleure réponse pour résoudre la mission spécifique sur laquelle nous étions. Les réseaux de fibres et de câbles ont une empreinte relativement petite par rapport à la taille du monde et sont coûteux à déployer. Les réseaux câblés terrestres ne peuvent pas s'étendre aussi loin et notre mission reprendra là où ils s'arrêtent. Nous devons fournir une structure de coûts par ménage qui sera nettement inférieure à celle de toute autre technologie pour les maisons non couvertes. La fibre est très chère et très dure à déployer. Il est développé pour les zones à haute densité et à PIB élevés. Nous serons en mesure de desservir les régions du monde à faible densité et à faible PIB"⁹⁰. affirme-t-il.

Combien de satellites faudra-t-il ?

Il semble qu'en tant qu'industrie, le nombre de satellites qu'il y aura dans une constellation est sujet à de nombreuses questions. C'est compréhensible à bien des égards, étant donné que nous parlons maintenant de constellations avec potentiellement des milliers de satellites. Cependant, Wyler souligne poliment que même si cette question est peut-être valable, la vraie question devrait porter sur la performance de la constellation. "Nous devons atteindre un débit total d'environ 1 Petabit par seconde d'ici 2025 pour accomplir notre mission. C'est là où nous allons. Cela nous permettra de combler le fossé numérique"⁹¹, dit-il.

Oneweb a les droits d'exploitation pour environ 2 000 satellites aujourd'hui et M. Wyler affirme que l'entreprise a l'intention de les construire entièrement, et qu'elle pourrait peut-être construire d'autres satellites en plus de cela. Wyler a qualifié la fixation sur les chiffres d'indication de performance intéressante, mais non pertinente"⁹². Il dit ironiquement qu'une entreprise pourrait construire un système très inefficace avec beaucoup de satellites.

En fin de compte, tout dépend de la latence, du débit, du volume, du nombre d'abonnés qu'il peut prendre en charge et de la vitesse. "C'est drôle que les gens ne se concentrent pas là-dessus. Nous construisons des satellites très efficaces et nous voulons vraiment avoir le moins de satellites possible, même si la question porte à évaluer notre système en fonction du nombre de satellites que nous avons. En réalité, plus de satellites signifient plus de complexité, plus de risques, de défaillance et plus de problèmes de sécurité. Le potentiel de débris spatiaux provenant de systèmes mal conçus est beaucoup plus réel que ce que les gens

⁸⁹ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁹⁰ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁹¹ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁹² Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

comprennent et pourrait avoir un impact sur la capacité des sciences humaines d'accéder à l'espace ⁹³, ajoute-t-il.

Profiter du retour d'expérience d'O3B

La beauté du projet Oneweb est que Wyler a déjà vécu un processus similaire avec O3b et qu'il a pu utiliser cette expérience pour faire avancer la mission d' Oneweb. Il admet qu'O3b était un système complètement différent, mais il a prouvé qu'il était possible de construire des systèmes non géostationnaires (NGSO) de grande capacité⁹⁴. Le système O3B est davantage conçu pour les têtes de réseaux de télécommunications que pour les consommateurs, ce qui signifie qu'il faut réfléchir différemment. O3b a également vu le jour au moment du krach financier de 2009 et de la faillite de Lehmann Brother, ce qui a rendu encore plus difficile l'accès au financement pour les nouvelles entreprises. Cependant, O3b n'a pas seulement obtenu le financement dont elle avait besoin, elle a prospéré et fait désormais partie intégrante de la vision de croissance de la société SES⁹⁵.

Selon M. Wyler, la principale raison pour laquelle il a survécu est que le système a fonctionné grâce à une conception technique claire et simple. C'est là où Oneweb se trouve également. « J'ai pris cela très à cœur. Vous voulez un système élégant et simple qui fonctionne. Dans le domaine des satellites, si vous concevez un système basé sur un système qui n'a pas encore été inventé, l'histoire de la science vous montre qu'il y a peu de chances qu'il soit un jour construit ⁹⁶» selon lui. M. Wyler pense en effet que la grande erreur que les gens font dans la conception des satellites est de penser qu'ils peuvent prendre des choses au sol et les mettre dans l'espace. Pour lui : « Cela fonctionne bien pendant quelques mois, mais pas beaucoup plus longtemps. Chaque fois que quelqu'un essaie de construire un système réel comme celui-ci, la chronologie de son système se déplace vers la droite, les satellites deviennent plus lourds et les coûts deviennent exorbitants. Bien que vous puissiez utiliser des composants COTS⁹⁷ à partir du sol, il existe un moyen d'y parvenir, mais ce n'est souvent pas aussi rapide ou aussi bon marché que les gens l'imaginent⁹⁸ » dit-il.

Greg Wyler

M. Wyler a démarré son parcours par des études de finance et d'informatique à l'université de droit de l'Illinois Institute of Technology à Chicago. Il se lance ensuite dans l'entrepreneuriat avec le lancement d'une série de petites entreprises. Quand il a vingt ans, il fait fortune dans la conception et la vente de pièce d'ordinateur qu'il revend quelques années plus tard lui permettant de démarrer avec un capital important. En effet, il fonde la société Silent Systems qui développait un dissipateur thermique qui devint le meilleur dissipateur de l'industrie du PC. Sa société se fait racheter par Molex d'une valeur de 100 millions de \$ et permis à Wyler de devenir multimillionnaire et investisseur⁹⁹. Il fonde par la suite une start-up, Terracom dans le domaine de la télécommunication en Afrique, pour installer la fibre optique dans tout le Rwanda. Il observa que les données circulaient facilement au Rwanda, mais que pour les faire sortir du pays, il fallait une connexion internet lente et très coûteuse. Il s'est alors dit que de nombreux pays devaient se trouver dans la même situation.

⁹³ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁹⁴ Yan de Kerorguen, *The Good life, Oneweb : l'internet universel de Greg Wyler*, 2017

⁹⁵ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁹⁶ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁹⁷ Produit standard sur étagère

⁹⁸ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

⁹⁹ Yan de Kerorguen, *The Good life, Oneweb : l'internet universel de Greg Wyler*, 2017

M. Wyler enchaîne par la création d'une autre société de service satellite pour offrir une connexion internet aux îles et endroits isolés du Globe, O3B est née . Il passe une bonne partie de sa vie à connecter les non connectés. Son objectif était de placer en orbite moyenne (MEO, 5000km) des satellites pour obtenir une performance équivalente à la fibre optique (150 ms de temps de latence). Il y a cependant un compromis, plus le satellite est proche de la Terre, moins il peut couvrir la surface de la Terre. Il faudra donc plusieurs satellites pour couvrir la même surface couverte par un satellite géostationnaire positionné à 35000km. Ce système permettait donc aux endroits isolés d'avoir « une connexion internet fiable mais très coûteuse¹⁰⁰ » et il était économiquement impossible d'installer la fibre optique sur des îles isolées comme les Îles Cook du fait du montant de l'investissement ramené au nombre d'habitants.

Avec les 12 satellites en Orbites, O3B permettait de relier par Internet des zones jusque-là isolées comme les Samoa, La Papouasie Nouvelle-Guinée, la république du Congo, mais aussi des paquebots, en tout environ 35 clients. O3B est devenu à cette époque le plus grand fournisseur de service Internet dans le Pacifique¹⁰¹.

3.4 Oneweb et son modèle commercial

Wyler décide par la suite de lancer un nouveau challenge avec la création de Oneweb mais cette fois-ci avec plus de 700 satellites sur une orbite beaucoup plus basse. Selon Wyler, avec autant de satellites, il n'y aura pas un endroit sur Terre où son client ne pourra pas capter une connexion Oneweb. Contrairement aux antennes paraboliques typiques qui doivent être bien positionnées pour capter un signal, l'antenne de réception Oneweb sera beaucoup plus petite et simplement posée sur le toit des habitations ne nécessitant pas d'être repositionné car il captera toujours un signal avec autant de satellites en orbite¹⁰². A la différence d'O3B qui nécessitait de grandes antennes spécialisées gérées par des opérateurs télécoms, Oneweb proposera un appareil à simple usage pour les particuliers, les écoles et toute autre habitation publique ou privée. De plus, le bâtiment équipé d'une antenne servira de hub « internet local » où les appareils voisins pourront s'y connecter en WIFI ou en signal cellulaire. Il n'aura donc plus besoin d'acheter une antenne, il suffira d'être proche d'une école d'un bâtiment public pour se connecter, affirme M. Wyler.

Selon lui, il y a aura certainement un chevauchement entre O3B et Oneweb mais il les considère comme étant des services complémentaires qui répondent à des besoins différents. L'offre O3b serait plus orientée pour les professionnels (BtoB) en ayant la capacité de proposer une forte capacité de bande passante pour un pays, aux opérateurs télécoms ou navires environnants. D'un autre côté Oneweb, aurait une couverture plus large et servira à la fois les entreprises et les particuliers (BtoC)¹⁰³.

Les concurrents de OneWeb, notamment certains opérateurs géostationnaires comme Eutelsat, estiment qu'il n'y a pas un modèle économique solide en exploitant des constellations à une orbite aussi basse. Selon Eutelsat, à une telle altitude les satellites vont couvrir à 70%

¹⁰⁰ Comme l'explique Jules Maher, ancien PDG de Telecom Cook Island

¹⁰¹ Cité-Espace, *O3B : Le web haut débit qui vient de l'espace*, 2013

¹⁰² Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

¹⁰³ Yan de Kerorguen, *The Good life, Oneweb : l'internet universel de Greg Wyler*, 2017

du temps des océans ou des zones désertiques non peuplées. Et l'opérateur affirme que « ce qui compte, c'est le coût de la bande passante réellement allouée à chaque utilisateur¹⁰⁴ ».

Oneweb détient cependant un atout majeur par rapport à son principal rival SpaceX et cela réside dans les droits d'exploitation des bandes de fréquences de son réseau obtenu auprès de l'UIT¹⁰⁵.

Malgré une tentative de rapprochement entre Greg Wyler et Elon Musk au début du projet Oneweb, leurs visions respectives du projet ne leur ont pas permis de converger et de collaborer. Elon Musk décida quelques mois plus tard de lancer sa propre constellation de satellites Star Link.

OneWeb a aussi beaucoup bénéficié de son panel de partenaire et fournisseurs dans la course contre la montre qu'elle a engagée et c'est ce qui lui a permis d'avancer aussi vite. En effet, Oneweb a su trouver des partenaires industriels déjà en place avec un outil industriel performant (Airbus, Arianespace) et des partenaires financiers qui lui ont permis de concrétiser le projet en un temps record.

M. Wyler dit qu'il n'essaie pas d'être une entreprise mondiale de télécommunication. Il préférerait rester dans le secteur du commerce de gros, en vendant des antennes et des services par satellites à des entreprises de télécommunications opérant dans le monde entier, qui vont ensuite revendre les antennes et les services internet associés au client final. Pour lui, ce sont les opérateurs de télécoms qui fixeront le prix du service et non Oneweb¹⁰⁶.

Selon Éric Béranger, CEO de l'entreprise Oneweb, les clients de Oneweb seront les opérateurs, les fournisseurs de service internet ou les gouvernements. L'objectif de Oneweb serait de leur apporter la capacité d'étendre leur couverture afin d'obtenir plus de clients et donc plus de business pour Oneweb¹⁰⁷. Les pistes espérées par Oneweb sont nombreuses : connexion des véhicules autonomes, les balises Argos, le marché de la connectivité (maritime et air) mais rien n'est pour l'instant concrétisé. Le seul client connu et officiel reste Alaska Telecom¹⁰⁸.

Seule une poignée d'entreprises fabriquent des satellites et il s'agit généralement de projets ponctuels conçus dans un objectif précis. Oneweb aura besoin d'un industriel capable de produire ses satellites mais aussi des services de lancement pour atteindre un objectif très ambitieux d'envoyer un nouveau satellite tous les 20 jours, du jamais vu dans l'industrie spatiale.

M. Wyler a investi 6 millions de dollars de ses deniers personnels et a réussi à embarquer avec lui d'autres géants notamment Virgin Group et Qualcomm qui ont chacun apporté une dizaine de millions de dollars. Parmi les autres investisseurs dans Oneweb, on retrouve l'opérateur satellite américain Intelsat, le géant de la technologie nipponne SoftBank (qui a investi 1 milliard de dollars), le fournisseur de services satellites Hughes, le géant indien de la télécommunication Bharti, le conglomérat mexicain Grup Salinas et enfin Coca Cola. On estime le montage du projet OneWeb à 2,5 milliards de dollars, avec un mélange de fond

¹⁰⁴ Hassan Meddah, L'Usine Nouvelle, *Pourquoi Eutelsat ne croit pas au succès des constellations pour l'internet haut débit*, 2017

¹⁰⁵ Caleb Henry, SpaceNews, *FCC approves Oneweb for US market as it considers other constellations*, 2017

¹⁰⁶ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race*, 2017

¹⁰⁷ Yan de Kerorguen, The Good life, *Oneweb : l'internet universel de Greg Wyler*, 2017

¹⁰⁸ Dough Mohny, TechZone360, *OneWeb Satellite broadband service : big win in Alaska*, 2017

propre et de dettes¹⁰⁹. La société Hughes Network a investi à hauteur de 190 millions de dollars et va permettre à Oneweb de construire tout son réseau d'antennes au sol sur tout le territoire couvert¹¹⁰.

Au total, Oneweb a réussi à lever 1,2 milliard de dollars pour son projet de constellation auprès de ses différents partenaires¹¹¹.

Les satellites Oneweb auront un poids inférieur à 150 kg et les lancements sont prévus sur des lanceurs Soyouz de la société Arianespace pour début 2018 par grappe de 32 à 36 et qui auront une durée de vie moyenne de 5 ans dans l'espace¹¹² (15 ans pour un satellite géostationnaire)

Les avancées récentes de OneWeb

OneWeb évolue à un rythme rapide. Au cours des derniers mois, elle a inauguré son usine de panneaux solaires au Nouveau-Mexique ainsi qu'une usine de structures spatiales en Floride et sa chaîne de montage final à Toulouse.

L'un de ses plus récents jalons a été l'approbation de la conception de son système. Fin juin, Ajit Pai, président de la FCC, a publié une déclaration confirmant que la FCC avait approuvé la pétition de OneWeb pour entrer sur le marché américain avec sa constellation prévue de 720 satellites¹¹³. Selon M. Wyler, les États-Unis sont l'un des nombreux pays qui souffrent d'une fracture numérique, où bon nombre de leurs citoyens (au moins 34 millions de personnes) n'ont pas accès à la large bande, et beaucoup d'autres n'ont pas du tout accès à l'Internet¹¹⁴.

"C'était une pièce importante du puzzle ", dit Wyler, faisant référence à l'approbation. "Nous sommes heureux de voir leur détermination à réduire la fracture numérique et la reconnaissance de notre rôle dans cette mission. Bien sûr, le reste du monde souffre aussi d'une fracture numérique, et OneWeb est là pour tout le monde. Nous sommes une société internationale avec des investisseurs représentant de nombreux pays différents. Nous voyons nos obligations envers le monde."¹¹⁵

Les rivaux de Oneweb redoublent d'efforts pour connecter le reste du monde et la concurrence la plus plausible viendrait de SpaceX.

3.5 Rapprochement entre OneWeb et Airbus

En 2015, Airbus Defence and Space a annoncé la création de la JV OneWeb Satellites, une société détenue en parts égales avec OneWeb qui concevra et construira plus de 900 satellites pour le programme de constellation OneWeb. Cette constellation de satellites vise à fournir un accès concurrentiel Internet à l'échelle mondiale. Cette participation est de nature

¹⁰⁹ Yan de Kerorguen, *The Good life, OneWeb : 3 questions à Eric Béranger, 2017*

¹¹⁰ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race, 2017*

¹¹¹ Vincent Lamigeon, Challenges, *Le champion de l'internet spatial Oneweb lève 1,2 milliards de \$, 2017*

¹¹² Tony Azzarelli, *OneWeb Global Access, 2016*

¹¹³ Dani Deahl, The Verge, *FCC grants Oneweb approval to launch over 700 satellites for Space Internet, 2017*

¹¹⁴ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race, 2017*

¹¹⁵ Bloomberg Business Week, Interview of Greg Wyler, *The New Space Race, 2017*

entrepreneuriale et vise à stimuler l'innovation dans un nouveau marché spatial - un domaine qui devrait connaître une expansion spectaculaire dans les années à venir. En 2017, OneWeb Satellites JV a ouvert la première usine de fabrication de satellites de pointe à Exploration Park, en Floride, et a inauguré sa ligne de production en série pour l'assemblage, l'intégration et le test des premiers satellites OneWeb à Toulouse. L'ensemble des processus seront donc validés chez Airbus avant le transfert de l'activité dite de « série » en Floride.

La décision d'Airbus de s'allier à Oneweb est du fait de son patron lui-même, Tom Enders, qui malgré des avis défavorables d'une partie de son équipe décide de se lancer. Ces équipes avaient principalement émis des craintes sur l'explosion potentielle de la bulle Oneweb¹¹⁶. Par ailleurs, en devenant opérateur de satellite grâce à son investissement dans Oneweb, Airbus a provoqué une réaction négative et défensive de la part des opérateurs de télécommunications (SES et EUTELSAT) qui sont également ses clients¹¹⁷. Le pari est risqué, car les clients d'Airbus Defence & Space pourraient ne plus s'approvisionner chez Airbus par crainte d'alimenter un futur concurrent. L'avenir pourra le confirmer.

Les principales raisons qui auraient poussé Airbus à investir dans le projet Oneweb sont variées. D'abord, l'industriel estime que le coût du secteur sol a beaucoup baissé grâce aux technologies réseaux actuelles qui peuvent laisser présager un modèle économique rentable. Ensuite, face à l'arrivée massive des nouveaux acteurs du spatial et du phénomène de New Space, l'idée d'Airbus serait de « contrôler ces nouveaux acteurs en utilisant la bonne vieille méthode de l'entrisme, plutôt que de s'opposer vainement à leur arrivée »¹¹⁸. Grâce à son investissement dans Oneweb, Airbus adopte bien une démarche plutôt offensive avec la conquête de nouveau marché au lieu d'adopter une approche uniquement défensive en essayant de contrôler les entrants potentiels. Enfin, selon Airbus, le projet Oneweb aidera à développer les solutions de connectivité dans ses avions.

Dans l'esprit de la mission de OneWeb, l'expertise industrielle et technique d'Airbus sera mise à profit pour fabriquer ces satellites en orbite basse à un rythme, une quantité et une rentabilité jamais atteints auparavant¹¹⁹. Le site de production américain basé en Floride va employer environ 250 salariés et sortir de chaîne 15 satellites par semaine, soit 2 à 3 satellites par jour, pour un prix unitaire estimé à 500 000\$ et une capacité de 10 Gb/s. Le site toulousain de Oneweb s'attellera à assembler et tester les 10 premiers satellites. Cela reste un vrai challenge pour l'industrie spatiale ou un programme satellite dure en général 2 ans et pour un coût moyen de 150 millions de dollars.

La société aura 3 lignes de production identique : une à Toulouse et les 2 autres en Floride.

Pour atteindre cette cadence très ambitieuse, Airbus a dû revoir l'ensemble du processus industriel et faisant appel à des concepts novateurs dans le secteur spatial notamment : des chaînes d'assemblage tout automatisé, des robots collaboratifs (cobots), la réalité augmentée pour aider les opérateurs lors de l'assemblage, des caméras optiques et infrarouges pour vérifier l'assemblage et différents systèmes autonomes.

¹¹⁶ Michel Cabirol, La Tribune, *Les quatre raisons qui ont poussé Airbus à investir dans Oneweb*, 2015

¹¹⁷ Michel Cabirol, La Tribune, *Et si le projet Oneweb était à risque pour Airbus*, 2016

¹¹⁸ Hassan Meddah, l'Usine Nouvelle, *Avec la constellation Oneweb, les satellites seront produits à la chaîne*, 2017

¹¹⁹ Airbus Defence & Space est sur une cadence moyenne de 10 à 15 satellites par an, source Airbus 2017

L'entreprise s'inspire également de l'industrie automobile pour réduire les coûts de production en automatisant un maximum de tâche. D'ailleurs sur le site de production toulousain, elle s'entoure de partenaires industriels locaux comme la société Actia, spécialiste de l'électronique automobile pour lui apporter son expertise sur la production en grande série¹²⁰.

D'ici 2027, OneWeb vise à combler le fossé numérique à l'échelle mondiale, en connectant des milliards de personnes dans le monde entier. Avec une nouvelle capacité de 8 térabits par seconde, elle étendra la couverture des opérateurs de téléphonie mobile et des fournisseurs de services internet, offrant un accès abordable à la voix et aux données aux consommateurs, aux entreprises, aux écoles, aux établissements de soins de santé et aux autres utilisateurs finaux¹²¹.

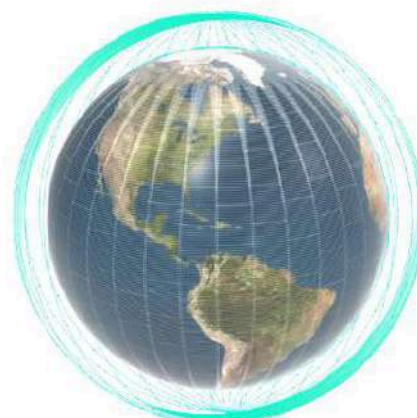
Le 26 septembre 2016, Airbus SE a procédé à un nouvel apport de 22 millions d'euros à Airbus Group Proj B.V., filiale à 100%, dans le cadre du partenariat industriel avec OneWeb Ltd. Pour la conception et la fabrication de microsatellites¹²².

Tableau 32: Descriptif de la solution OneWeb

Overview of OneWeb

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Mass Produced Satellites Airbus JV | Exclusive Qualcomm Relationship |
| High Speeds / Low Latency Up to 595Mbps / < 50 milliseconds | High Capacity 1.4 Tbps forward sellable capacity |
| Priority NGSO Spectrum Rights (> 6.5 GHz of globally harmonized spectrum) | Financial Strength \$1.7 billion funded to date |
| Global Coverage 100% of Globe | Small Terminals 30cm - 65cm |

The OneWeb Constellation



882 LEO satellites will operate at an orbit of 1,200km above the earth

3.6 Présentation du Groupe Airbus

¹²⁰ Hassan Meddah, l'Usine Nouvelle, *Avec la constellation Oneweb, les satellites seront produits à la chaîne*, 2017

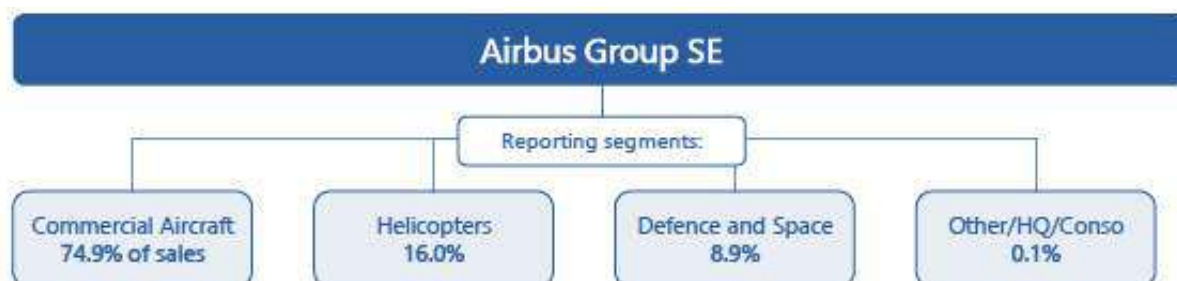
¹²¹ Michel Cabriol, La Tribune, *Et si le projet Oneweb était à risque pour Airbus*, 2016

¹²² Airbus, *Rapport Annuel 2017*, 2017

Airbus Group

Le groupe européen Airbus a été fondé en 1998 et opère dans l'industrie aéronautique civile et militaire avec une gamme de produits comprenant des avions, des hélicoptères, des missiles et des satellites.

Tableau 33: Répartition du chiffre d'affaires du Groupe Airbus par segment d'activité



La branche Defence & Space développe et commercialise des avions militaires et des satellites. Les produits clés incluent les Eurofighter, l'A400M, l'A330 MRTT (Multi Role tanker Transport) et le C295 / CN235. Cette branche fournit également des systèmes de satellites, des lanceurs spatiaux et des solutions de sécurité et système. Par ailleurs, elle conçoit, développe et fabrique des systèmes de satellites, des infrastructures orbitales et des véhicules de lancements. Elle fournit également des services de télécommunications satellites et de géo-information.

La division civile conçoit et fabrique des avions allant de 100 à 600 places. Airbus fournit 16 modèles de Jet selon 4 grandes familles : A320, A330, A350XWB, A380.

La division hélicoptère fournit des hélicoptères civils et militaires ainsi que des services associés.

Le groupe Airbus a des activités diversifiées et une présence dans diverses industries. Le groupe opère à travers trois divisions d'affaires (business Lines) : Airbus, Airbus Défense et espace et Airbus Hélicoptères. La division Airbus, l'un des principaux constructeurs d'avions commerciaux, propose une gamme d'avions à faible consommation de carburant. Cette division est en concurrence avec des avions à couloir unique comme la famille A320 de 100-200 sièges, des avions à deux couloirs ou à fuselage large comme les familles A330 / A350 XWB ayant un fuselage plus large de plus de 210 sièges, de très gros avions, qui sont conçus pour transporter plus de 400 passagers, des avions de fret, qui sont souvent des avions ex-passagers et d'affaires, des avions d'affaires VIP avec l'ACJ, un Corporate Jetliner 319 basé à 319 et l'A318 Elite¹²³.

Concernant la division Airbus Defence and Space, elle comprend quatre lignes d'affaires, dont les avions militaires, les systèmes spatiaux, les communications, le renseignement et la sécurité (CIS) et l'électronique. La division est la plus grande entreprise de défense et d'espace de l'Europe, la deuxième plus grande entreprise spatiale au monde parmi les 10 premiers fournisseurs mondiaux de défense.

¹²³ Airbus, Rapport annuel, 2017

La division spatiale

À travers sa Business Line « Space Systems », la société conçoit, développe et fabrique des systèmes satellitaires, des plates-formes, des charges utiles, des infrastructures au sol et des équipements spatiaux. Ses satellites sont utilisés pour les télécommunications militaires et civiles, l'observation de la terre, les applications scientifiques ou d'exploration et de navigation. ADS fournit des systèmes d'observation de la Terre par satellite, y compris des infrastructures au sol pour un large éventail d'applications, y compris la reconnaissance et la surveillance militaires, la cartographie, les prévisions météorologiques, la surveillance du climat, la gestion agricole et forestière et la gestion des ressources en eau. La société conçoit, développe et produit des lanceurs Ariane et des missiles balistiques pour la force de dissuasion nucléaire française. Il offre le laboratoire Columbus et le vaisseau cargo ATV opérant pour l'ISS. Astrium maintenant devenu Airbus DS est le maître d'œuvre du système Ariane 5 et fournit la baie d'équipement, les logiciels de vol et d'autres sous-ensembles. La société fournit également des missiles balistiques, y compris des missiles lancés par des sous-marins et des missiles connexes.

La joint-venture ArianeGroup est maître d'œuvre du système de lanceur Ariane 5. ArianeGroup est contracté pour le développement du futur lanceur Ariane 6 et est le maître d'œuvre responsable du développement, de la fabrication et de la maintenance des systèmes de dissuasion français.

ArianeGroup fournit une gamme complète de services de lancement avec les lanceurs Ariane, Soyuz, Vega et Rocket. Les concurrents pour les services de lancement comprennent ILS, SpaceX, ULA, Sea Launch et CGWIC. Le marché accessible à Arianespace pour les services de lancement commercial de satellites géostationnaires est stable à environ 20 charges utiles par an¹²⁴. Toutefois, en raison de divers facteurs (tels que les progrès technologiques, l'intensification de la concurrence et la consolidation de la clientèle), cette situation demeure volatile.

D'autre part, le segment des hélicoptères Airbus du groupe est l'un des principaux acteurs sur le marché des hélicoptères civils et militaires offrant une gamme d'hélicoptères et de services connexes. Le portefeuille de produits de la division comprend des hélicoptères légers à moteur de signalisation, bimoteur léger, bimoteur léger, moyen et moyennement lourd. Les autres activités du groupe comprennent le constructeur de turbopropulseurs ATR, les activités aérostructures et sièges d'avions Sogerma et Airbus Group Inc., la société opérationnelle américaine du groupe.

Ainsi, une large base opérationnelle et une présence dans divers secteurs d'activité limitent les impacts des risques de marché spécifiques et se traduisent par une croissance globale du chiffre d'affaires. Il permet également au groupe de tirer parti des opportunités sur différents marchés.

De solides capacités de recherche et de technologie

Le groupe Airbus met fortement l'accent sur la recherche et la technologie pour la fourniture de produits et technologies innovants. Les efforts du groupe en matière de recherche et de technologie sont axés sur la rentabilité, la création de valeur, la position sur le marché et la fourniture de solutions compétitives et intégrées pour ses clients.

¹²⁴ Airbus, *Rapport annuel*, 2017

Activités à l'échelle mondiale et base de revenus diversifiée

Le Groupe Airbus est une entreprise mondiale qui opère sur de nombreux sites dans le monde entier. Les autres centres du groupe sont situés à Wichita (Kansas), Mobile (Alabama), Moscou (Russie), Bangalore (Inde) et Beijing (Chine). Le siège de la division Airbus Defence and Space est situé à Munich, en Allemagne. Les principaux sites d'ingénierie et de production de la division sont situés en France (région parisienne et sud-ouest de la France), en Allemagne (Bavière, Bade-Wurtemberg et Brême), en Espagne (région de Madrid et Andalousie) et au Royaume-Uni (sud de l'Angleterre et du Pays de Galles). De plus, Airbus Defence and Space exploite un réseau mondial de centres d'ingénierie et de bureaux dans plus de 80 pays.

Une présence mondiale stratégique associée à une base de revenus diversifiée permet au Groupe Airbus de tirer parti des opportunités dans n'importe quel segment géographique, tout en ne le laissant pas indûment vulnérable aux menaces spécifiques à une région.

Dépendance accrue à l'égard des sous-traitants et des fournisseurs

Le Groupe Airbus s'appuie sur d'autres sociétés, y compris des sous-traitants et des fournisseurs, pour fournir et produire des matières premières, des composants et sous-ensembles intégrés, des produits de production et pour fournir certains des services qu'il fournit à ses clients. Toute interruption de service de l'un de ses fournisseurs, soit en raison de circonstances indépendantes de la volonté du fournisseur, soit en raison de problèmes de performance ou de difficultés financières, pourrait avoir un impact négatif significatif sur la capacité du groupe à honorer ses engagements envers ses clients ou augmenter les coûts d'exploitation, ce qui à son tour affecterait négativement sa rentabilité.

Le marché de l'aérospatiale et de la défense est considéré comme étant les revenus accumulés par les fabricants à partir des approvisionnements civils et militaires de l'aérospatiale et de la défense. L'électronique de défense et l'aérospatiale militaire sont couvertes par le segment de la défense ; le segment de l'aérospatiale civile comprend les avions civils et l'équipement spatial, mais exclut les avions militaires et les articles connexes. Le secteur mondial de l'aérospatiale et de la défense a connu une forte croissance au cours des dernières années. Le secteur devrait connaître une croissance régulière, avec des ventes plus fortes dans les années à venir. Le marché mondial de l'aérospatiale et de la défense a généré des revenus totaux d'environ 1 306 milliards de dollars en 2015. De plus, le marché devrait croître à une croissance moyenne de 5 % pour la période 2015-2019 pour atteindre une valeur d'environ 1,560 milliard de dollars en 2019¹²⁵.

Le marché de l'exportation est un marché important pour le Groupe Airbus. De plus, bon nombre des produits conçus et fabriqués pour l'usage militaire sont considérés comme un intérêt stratégique national. Par conséquent, l'exportation de ces produits en dehors des marchés intérieurs d'Airbus peut être restreinte ou soumise à des licences et à des contrôles à l'exportation¹²⁶. Ces contrôles sont naturellement soumis par le Royaume-Uni, la France, l'Allemagne, l'Espagne, où le Groupe Airbus exerce ses principales activités militaires, ainsi que par d'autres pays d'où viennent les fournisseurs, par exemple les Etats-Unis. Les contrôles à l'exportation auxquels le groupe Airbus est soumis pourraient devenir restrictifs à l'avenir.

¹²⁵ Xerfi, *Industries Aéronautique et spatiales*, 2017

¹²⁶ Airbus, *Rapport annuel*, 2017

Un accès réduit aux marchés d'exportation militaire peut avoir un effet bénéfique important sur les activités, la situation financière et les résultats d'exploitation du Groupe Airbus.

En outre, le Groupe Airbus est également soumis à toute une série d'autres réglementations gouvernementales susceptibles d'avoir une incidence sur ses activités et sa situation financière, y compris les réglementations relatives aux relations commerciales, à l'utilisation de ses produits et aux relations avec les autorités étrangères. De plus, la capacité du groupe à commercialiser de nouveaux produits et à pénétrer de nouveaux marchés peut dépendre de l'obtention de certifications et d'approbations gouvernementales en temps opportun.

IV.ANNEXES

Annexe 1 : Comparatif des Solutions satellite Geo Vs Leo

| | GEO SATELLITES | LEO SATELLITES |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Satellites launched / in orbit in the last 10 years | ~330 SATELLITES | ~1,000 SATELLITES |
| Observed risks of total failure due to: | | |
| Launch failures | ~5% | ~9% |
| Onboard technical failures | <1% - Thanks to redundancy of onboard equipment - Even lower for established Western manufacturers | Depends on satellite type. Also risks of technical issues impacting a series of satellites as constellations are manufactured in batches. |
| Debris / collisions | 0 to date | ~1 every 3 years |
| Attacks (cyber, weapons, capture, destruction) | 0 to date | 0 to date |

Source : Euroconsult, 2016

Annexes 2 : Quelques innovations techniques en-cours et futures prévues pour les Satellites (Accès à l'espace et plateformes)

| | WHAT IS IT? | TYPE OF IMPACT | CURRENT/POTENTIAL ADOPTION* |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Electric vs. chemical propulsion | Propulsion using electric power from the solar panels | <ul style="list-style-type: none"> • Lower satellite mass • Lower launch cost • Longer orbit injection (up to 6 months) | Increasing use: <ul style="list-style-type: none"> • ~30% of GEO comsats launched in 2016 |
| Reusable parts of launchers | Recovery of the launcher 1st stage, refurbishment, reflly | Potential launch cost reduction <u>if</u> economies of scale and reliability are achieved | <ul style="list-style-type: none"> • In testing by SpaceX (60% success rate to date) • First launch contract with reused parts signed |
| Space tugs | Spacecraft used for: <ul style="list-style-type: none"> • Payload transfer to final orbit • Maintenance • Refueling | <ul style="list-style-type: none"> • Additional revenues from aging satellites • Lower capex need for fleet replenishment | <ul style="list-style-type: none"> • R&D / testing phase • First contract for Intelsat for servicing in 2018 |

Source : Euroconsult, 2016

Annexe 3 : Quelques innovations techniques en-cours et futures prévues pour les Satellites (Charge utile et communication)

| | WHAT IS IT? | TYPE OF IMPACT | CURRENT/POTENTIAL ADOPTION* |
|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onboard digital processing | Onboard routing of uplink channels | <ul style="list-style-type: none"> • Flexibility (mesh networks) • Reduced onboard hardware | <ul style="list-style-type: none"> • Relatively small • Should progressively increase |
| Inter-satellite links | Communication among satellites | <ul style="list-style-type: none"> • Lower latency • Reduced ground segment | Considered only for LEO constellations to date <ul style="list-style-type: none"> • Iridium uses ISL • Leosat is considering it |
| Q/V frequency bands | Extremely high frequency bands | <ul style="list-style-type: none"> • Higher throughput • Lower cost per bit • Smaller antennas | Potential first commercial uses in the course of the next decade |
| Optical links | "Laser" communications | Higher throughput | R&D phase. Limited deployment for data relay/government |

Source : Euroconsult, 2016

Annexe 4 : Résultat commercial du groupe Airbus entre 2013 et 2017

| Year | Consolidated net sales | Annual % change | Consolidated operating income | Consolidated operating margin | Net income | Net margin |
|------|------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|------------|
| 2013 | 57.57 | 1.9% | 2.57 | 4.5% | 1.48 | 2.6% |
| 2014 | 60.71 | 5.5% | 3.99 | 6.6% | 2.35 | 3.9% |
| 2015 | 64.45 | 6.2% | 4.06 | 6.3% | 2.70 | 4.2% |
| 2016 | 66.58 | 3.3% | 2.26 | 3.4% | 1.00 | 1.5% |
| 2017 | 66.77 | 0.3% | 3.42 | 5.1% | 2.88 | 4.3% |

units: billion euros; % change; operating income and net income as % of sales

Source : Rapport Annuel Airbus, 2017

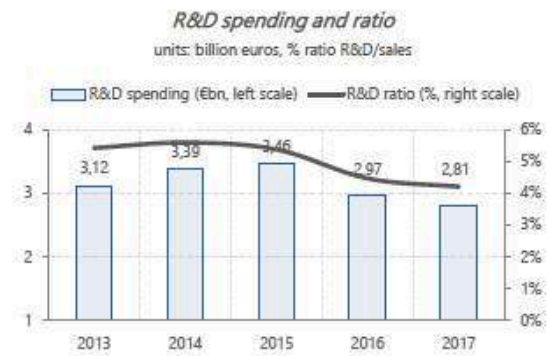
Annexe 5 : Résultat Commercial du Groupe Airbus par segment d'activités entre 2015 et 2017

| Segment | 2017 sales | 2017 % share | Operating margin | 2016 sales | 2016 % share | 2016-2017 change | 2015 sales | 2015-2016 change |
|---------------------|------------|--------------|------------------|------------|--------------|------------------|------------|------------------|
| Commercial Aircraft | 50.04 | 74.9% | 6.9% | 48.59 | 73.0% | 3.0% | 45.09 | 7.8% |
| Helicopters | 10.70 | 16.0% | 2.0% | 11.74 | 17.6% | -8.8% | 12.92 | -9.1% |
| Defence and Space | 5.97 | 8.9% | 5.6% | 6.20 | 9.3% | -3.7% | 6.15 | 0.8% |
| Other/HQ/Conso | 0.05 | 0.1% | -1112.0% | 0.05 | 0.1% | 0.0% | 0.29 | -82.8% |

units: billion euros; % share; operating income as % of sales; % change

Source : Rapport Annuel Airbus, 2017

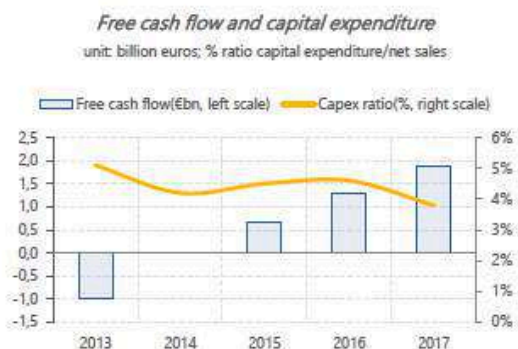
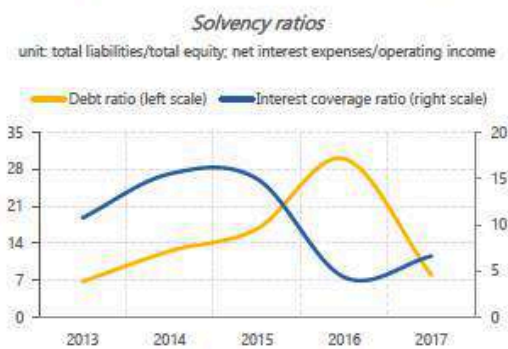
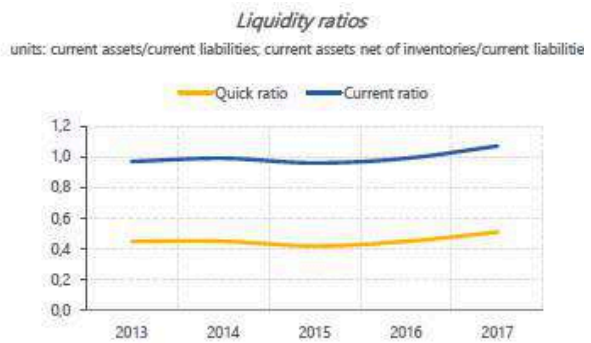
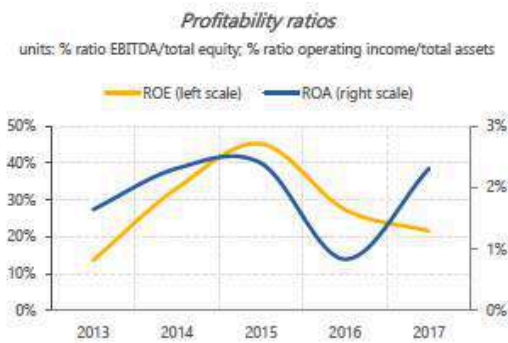
Annexe 6 : Principaux indicateurs financiers du Groupe Airbus



Source: company information

Source : Rapport Annuel Airbus, 2017

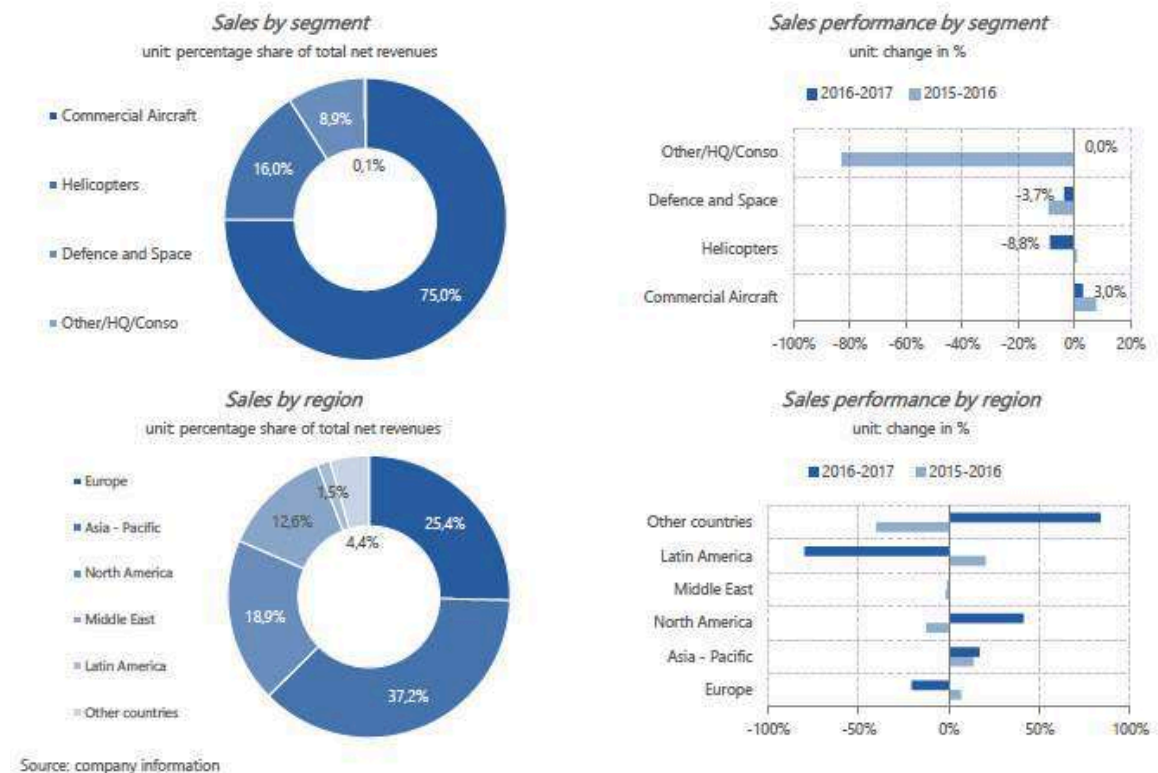
Annexe 7 : Principaux indicateurs de liquidités



source: company information

Source : Rapport Annuel Airbus, 2017

Annexe 8 : Principaux Indicateurs commerciaux du groupe Airbus par segment et par Région



Source : Rapport Annuel Airbus, 2017

INSTRUCTIONS – VOTRE MISSION

Après une brève introduction, vous répondrez aux questions dans l'ordre ci-dessous

Questions :

- 1) Quelles sont les caractéristiques de l'industrie spatiale ? de l'industrie spatiale européenne ? et les évolutions potentielles ?
- 2) Quels sont, selon vous, les facteurs clés de réussite dans le secteur du spatial avec le bouleversement du New Space ?
- 3) Faites une analyse du positionnement de la stratégie de OneWeb et Airbus assortie de vos commentaires
- 4) Quel Diagnostic stratégique pouvez-vous faire concernant les activités d'AIRBUS ? Qu'en déduisez-vous pour l'évolution de ses activités ? vos recommandations ?
- 5) Quelles sont les conditions de réussite de ce partenariat ?
- 6) Quels sont les impacts de ce partenariat sur le marché global du secteur spatial ?