

## Chapitre 3 - Les technologies nécessaires

« *Open space* » : la réponse française au « *New space* »

Contexte : En 2016, le Premier Ministre, Manuel Valls, a confié à Geneviève Fioraso une mission sur le spatial, un secteur dans lequel elle s'était fortement engagée comme ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche de 2012 à 2015, en regroupant les acteurs publics et privés au sein du co-space pour constituer une équipe France mieux coordonnée pour anticiper l'avenir de la filière et en contribuant fortement à la prise de décision des états-membres de l'ESA sur le nouveau lanceur Ariane 6, plus modulaire et plus compétitif. L'objectif de la mission était de dresser un état des lieux des forces et faiblesses de la France, au sein de l'Europe, dans un domaine très compétitif et en pleine mutation, pour permettre à notre pays, leader européen, de développer l'aval de la filière, les applications et services dans des secteurs aussi divers que l'environnement, la défense, les télécoms, la mobilité connectée, la santé, l'observation de la terre, la science... Le rapport, rendu fin juillet 2016, intitulé « *Open space* : l'ouverture comme réponse aux défis de la filière spatiale, fait suite à une très large consultation d'acteurs internationaux et propose plus de 80 mesures très concrètes regroupées dans 5 grandes orientations prospectives qui s'inscrivent dans la révolution numérique, le changement de paradigme et de culture et la diversification d'applications fondées sur les usages. Un certain nombre de ces préconisations ont été intégrées par les acteurs français et européens qui ont intégré les nouveaux paradigmes de la filière et se sont ouverts à de nouvelles compétences, liées en particulier au digital, et à des domaines d'applications nouveaux et proches des utilisateurs finaux. Les partenariats public-privé connaissent un nouvel essor et la prise de risque et l'esprit d'entrepreneuriat ont généré de nombreuses start-ups ou des initiatives innovantes dans les grands groupes, les ETI et PME-PMI du secteur. Ce mouvement doit encore s'amplifier et s'accélérer si la France veut tenir son rang dans un domaine qui connaît une véritable révolution au niveau mondial, lié au numérique et à la baisse des coûts. La prise de risques, la connaissance partagée des nombreuses applications du spatial, l'un des plus importants pourvoyeurs de données, la confiance nécessaire à un partenariat public-privé réussi, le renforcement d'une volonté politique des institutions et états-membres européens pour établir une stratégie commune, l'engagement des acteurs publics français dans des initiatives et démonstrateurs servant de leviers pour le secteur privé et leur ouvrant de nouveaux champs d'application sont autant de défis que notre pays doit relever encore plus rapidement et plus efficacement pour rester dans le peloton de tête de la compétition mondiale. C'est aussi une question culturelle qui nécessite que l'on sorte encore plus résolument de l'entresoi entre experts pour s'adresser aux utilisateurs finaux. C'est donc un enjeu à la fois économique, technologique, industriel mais surtout culturel et notre pays, au sein de l'Europe, possède tous les atouts pour le relever avec succès, pour peu que la volonté publique et privée soit au rendez-vous. **Et le spatial, dans un monde complexe et souvent anxiogène, est une ouverture formidable vers de nouvelles frontières, fait appel à l'imagination, au rêve, à la coopération entre les hommes et les nations. Je laisserai la conclusion au poète René Char : « Comment vivre sans inconnu devant soi ? »**

Longtemps, on a cru que l'espace n'était qu'une affaire d'initiés et de spécialistes. Ces dernières années ont largement bousculé cette idée reçue, avec l'arrivée de nouveaux acteurs, qu'ils soient privés - majoritairement aux Etats-Unis - ou institutionnels (Inde, Chine et quelques autres pays « émergents »).

Cette ouverture du monde spatial a été permise par la baisse des coûts d'accès à l'espace et par le développement de nouvelles technologies. La NASA a décidé de se repositionner sur l'exploration lointaine, la science et a volontairement réduit ses effectifs, externalisé des compétences et encouragé le développement commercial de l'espace, en particulier en orbite basse. C'est ainsi, grâce aux compétences de la NASA, à de fortes subventions publiques, au soutien privé de Google et à la rente d'un marché

américain dual et captif permettant de « casser les prix » à l'export que SpaceX a réussi à mettre au point son lanceur Falcon 9, devenu aujourd'hui le lanceur le plus accessible financièrement sur le marché. En parallèle, la miniaturisation de l'électronique et les progrès dans le domaine numérique ont permis à de petits lanceurs et satellites (cubesats, nanosats, microsats, minisats) d'atteindre des performances très satisfaisantes à des coûts accessibles au plus grand nombre d'utilisateurs. De fait, avec des systèmes orbitaux opérationnels pour quelques millions d'euros, des constellations rendues rentables et l'avènement économique de l'utilisation des données, de nombreuses start-ups se sont créées et des acteurs du numérique ont eux aussi lancé leurs propres projets, le plus souvent en s'appuyant sur des acteurs traditionnels (Loral/MDA, Airbus, Thales). Le paradigme économique du domaine spatial s'est ainsi inversé : historiquement poussé par les avancées technologiques (« *technology push* »), il est désormais aussi tiré par les usages et le marché (« *uses-market pull* »).

Ces dernières années, l'espace est donc devenu plus accessible, s'est démocratisé et ouvert à de nouveaux usages et à de nouveaux acteurs. Longtemps sous-estimé, ce phénomène paraît irréversible pour la grande majorité des acteurs rencontrés. En Europe, les agences nationales et les acteurs industriels commencent à prendre la mesure des enjeux sociétaux et commerciaux de cet *open space* et s'organisent pour conserver ou conquérir des parts de marché.

Si l'on considère que plus de 70 pays disposent aujourd'hui d'un satellite en orbite, seuls 6 sont réputés, en dehors de l'Europe, capables de concevoir et fabriquer leurs propres satellites et d'en assurer le lancement de façon autonome et stabilisée. Il s'agit, avec des compétences et des investissements de qualité et d'importance très divers, des Etats-Unis, de la Chine, de l'Inde, de la Russie, d'Israël et du Japon, principalement pour des raisons à la fois économiques et technologiques. La Corée du nord, la Corée du sud et l'Iran sont eux réputés en train de développer des capacités.

## A - L'accès à l'espace : les ports et les lanceurs

En ce qui concerne l'accès à l'espace, le coût fixe lié à la mise en œuvre d'un « port spatial » se compte en centaines de millions d'euros pour l'investissement initial, puis en dizaines de millions d'euros annuels, en raison des infrastructures et des moyens humains associés. Pour fonctionner, un port spatial doit en effet prévoir l'accessibilité du site (piste d'atterrissage pour des vols long courrier, port en eaux profondes, entretien des routes...), le conditionnement sur place des satellites, l'intégration finale des lanceurs, leur suivi en vol, le maintien de la sécurité, etc. Cette barrière économique à l'entrée est aujourd'hui difficilement supportable pour un pays seul, sauf à disposer d'une véritable stratégie nationale et d'identifier des besoins de lancements conséquents pour le marché domestique (cas des Etats-Unis, de la Chine et de l'Inde) ou pour le marché commercial (cas de Kourou, voire de la Russie). Les investissements financiers et humains nécessaires à la mise au point de lanceurs fiables sont eux aussi difficilement accessibles sans une politique volontariste dans la durée que peu de pays peuvent aujourd'hui se permettre.

### Les ports spatiaux

Le coût de lancement depuis le site de Kourou (cf. chapitre 1) contribue directement à la compétitivité de l'ensemble de la filière spatiale française et européenne : il doit donc faire l'objet d'une recherche d'amélioration continue. Plusieurs opportunités doivent à ce titre être saisies.

Ce centre spatial a été conçu par la France il y a près de 50 ans ; les ajouts et suppressions successifs de bâtiments et d'infrastructures ont conduit à un ensemble certes fonctionnel, mais globalement peu optimisé. Pour maintenir sa compétitivité, de nouveaux investissements doivent y être réalisés pour le rénover en profondeur. Les technologies ont par ailleurs largement évolué et permettent d'envisager de nouveaux modes de fonctionnement plus efficaces. Ce serait également l'occasion de renforcer les capacités de

lancement du site pour **augmenter les cadences et donner davantage de souplesse entre les tirs**. Plusieurs interlocuteurs rencontrés lors de la mission ont spontanément encouragé cet effort, en identifiant notamment des besoins pour des bâtiments de stockage de satellites ou d'éléments de lanceurs, des capacités supplémentaires pour la préparation des satellites et un centre de mission centralisé qui permette la conduite en parallèle de plusieurs lancements. La diversification des activités du centre spatial guyanais est une autre piste d'économie générale : le **tir d'autres types de lanceurs (vols habités, petits lanceurs), la réalisation d'essais aéronautiques et l'installation de moyens de surveillance spatiale** font partie des pistes d'ores et déjà identifiées. La transformation de ce port spatial doit être l'occasion d'inscrire encore davantage le site de Kourou comme le port spatial de l'Europe. La commissaire européenne, Mme Bienkowska, souhaite en effet renforcer l'autonomie d'accès à l'espace de l'Europe et la compétitivité du secteur spatial européen face à la concurrence américaine et asiatique. Le financement par l'Union Européenne d'un **projet « EuroK 25 » de modernisation du centre spatial guyanais** répondrait parfaitement à ces objectifs. La commission européenne a également mis en place une stratégie de soutien au développement de grands équipements scientifiques européens : un certain nombre de projets ont été identifiés par l'ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructure), mais aucun ne concerne le spatial. Les différents interlocuteurs à qui cette idée a été suggérée, en France ou à Bruxelles, l'ont accueillie avec intérêt.

► Lancer un projet « EuroK 25 » de modernisation du centre spatial guyanais à 10 ans, financé par l'Union européenne et instruire la possibilité que le CSG devienne un grand équipement de souveraineté européenne.

Plusieurs initiatives ont récemment émergé en Europe visant à la création de ports spatiaux pour des lanceurs légers (vols suborbitaux/microlanceurs). Les sites envisagés (Royaume Uni, Suède, Norvège, Portugal, Italie, Espagne) correspondraient, selon nos auditions, au lancement de petits satellites en orbite basse, plutôt polaire, voire à des vols « touristiques » suborbitaux. Les enjeux sont donc davantage économiques que stratégiques et la pérennité de ces projets ne semble pas garantie, compte tenu de leur caractère purement commercial ou de type « marketing », au service de l'image de la société qui les porte. Les modèles économiques associés sont encore incertains car les marchés visés restent aujourd'hui émergents : les lanceurs les plus souvent évoqués pour ce segment de marché<sup>1</sup> ne devraient débiter leur activité opérationnelle qu'en 2017 au mieux et les premiers vols suborbitaux pour les « touristes spatiaux » ne sont pas annoncés avant 2018. Dans le même temps, en plus des centres de lancement traditionnels pour les gros lanceurs susceptibles de se diversifier, d'autres sites dédiés à ces petits lanceurs existent déjà (en Nouvelle-Zélande et à Mojave en Californie, site visité par la parlementaire missionnée pour ce rapport en juillet 2015 dans le cadre du Groupe Parlementaire de l'Espace, où SpaceX et Virgin Galactic sont présents...) et de nombreux projets concurrents sont envisagés (Europe, Houston, Kenya...).

De plus, dans ce contexte de l'accès à l'espace, des contraintes réglementaires et géographiques s'ajoutent aux incertitudes économiques. La mise au point d'un cadre juridique est en effet nécessaire pour clarifier les responsabilités entre les différentes parties prenantes (pays, opérateur, fabricants, individus...) ou assurer par exemple le partage de l'espace aérien avec l'aviation civile. Dans ce contexte, le Centre Spatial Guyanais de Kourou peut faire valoir de nombreux atouts : une infrastructure rodée, un site sécurisé, une longue expérience des vols spatiaux, des synergies avec d'autres lanceurs qui garantissent une pérennité du site de lancement et la présence active du premier opérateur mondial, Arianespace. La relative proximité avec les Etats-Unis est également un atout pour pouvoir attirer plusieurs fabricants de petits lanceurs. En revanche, les entretiens avec des concepteurs de ces lanceurs montrent que le **développement à Kourou de cette activité commerciale, très concurrentielle, nécessite des adaptations du cadre étatique ou**

---

<sup>1</sup> Electron de Rocketlab, New Shepard de Blue Origin, LauncherOne et VSS de Virgin Galactic, Lynx de XCor, Alpha de Firefly, Arion de PLD Space, Sparrow d'ASL, Minivega d'Avio, etc.

européen pour assurer sa compétitivité face aux propositions d'autres pays (contraintes réglementaires, coût d'assurance, coût de la main d'œuvre en particulier).

- Faire de Kourou la base de lancement européenne pour le tir de petits lanceurs et obtenir de l'Union européenne les investissements permettant une première capacité compétitive dès 2018.

L'Etat a une responsabilité particulière vis-à-vis de la Guyane et doit veiller au développement de son environnement et à la montée en compétences de ses habitants, en particulier les jeunes, majoritaires en Guyane où l'âge médian est inférieur à 30 ans. La population guyanaise a en effet plus que doublé en 25 ans pour compter aujourd'hui 254 000 habitants. La compétitivité au niveau international du centre spatial guyanais passe aussi par l'attractivité de la région via la fiabilisation de la distribution d'électricité, la pérennisation des centres médicaux, l'investissement dans des infrastructures d'éducation aujourd'hui peu adaptées à la démographie guyanaise, le développement de l'économie locale en dehors du spatial (exploitation régulée des ressources minières, écotourisme, etc.), le déploiement du très haut débit... Le taux de chômage local est extrêmement élevé, en particulier chez les jeunes<sup>2</sup> : ce contexte social contribue aux inégalités et à l'insécurité de la région, même si le niveau de formation est susceptible de s'améliorer avec les moyens accordés à la nouvelle université autonome de Guyane. L'action locale exemplaire du CNES, qui s'implique humainement et financièrement dans ce territoire (plus de 5M€ d'investissements hors du centre spatial guyanais en moyenne par an, la présidence de l'IUT de Kourou, un soutien à la formation, à l'hôpital...), ne permettra pas de répondre à tous les enjeux. Dans un contexte de concurrence internationale de plus en plus vive, cet effort du CNES doit aujourd'hui se concentrer sur les projets qui contribuent le plus directement à l'attractivité du CSG, comme par exemple le projet d'école internationale que plusieurs interlocuteurs étrangers rencontrés à Kourou et à Bruxelles ont appelée de leurs vœux. Ce plan de développement de la Guyane doit être financé et porté par l'Etat, **tout en impliquant l'ensemble des Ministères concernés (Education, Energie, aménagement du territoire, Outre-mer, Intérieur, Défense, Enseignement supérieur et recherche...)**. C'est d'ailleurs l'ambition du **pacte d'avenir de la Guyane, porté par le Président de la République lors de son déplacement de décembre 2013**. La mise en œuvre effective de ce pacte d'avenir, qui prévoit des investissements étatiques par tranches dans les 10 prochaines années pour permettre à la Guyane de relever les défis évoqués, doit démarrer avant la fin de l'année 2016. L'utilisation du spatial pourrait d'ailleurs être une formidable opportunité pour contribuer à ce développement, tout en constituant un laboratoire, une vitrine et une référence pouvant ensuite être exportée dans de nombreux autres pays : couverture internet très haut débit par satellite, pédagogie numérique, surveillance des frontières, des ressources terrestres et maritimes, des risques sanitaires, etc. Ces investissements étatiques locaux et ces nouveaux usages contribueront à la compétitivité du CSG, qui devra lui aussi étudier dans quelle mesure les termes de la convention de site du CSG pourraient être adaptés pour favoriser le développement de nouvelles activités plus concurrentielles comme celle des petits lanceurs.

- Conduire jusqu'à son terme le pacte d'avenir de la Guyane et prévoir une convention interministérielle pour organiser l'investissement de l'Etat en Guyane, en s'appuyant en partie sur les fonds structurels régionaux européens.
- Utiliser le spatial pour développer l'environnement guyanais.

La compétitivité du centre spatial à Kourou passe aussi par la mise en œuvre de la nouvelle gamme de lanceurs Ariane 6 et Vega-C d'ici 2020. Si le « segment sol » de ces programmes couvre une partie des infrastructures du site de Kourou (zone de lancement, bâtiments d'intégration...), le gain économique espéré est aussi d'ordre organisationnel, avec la volonté d'Airbus Safran Launchers et d'European Launch

---

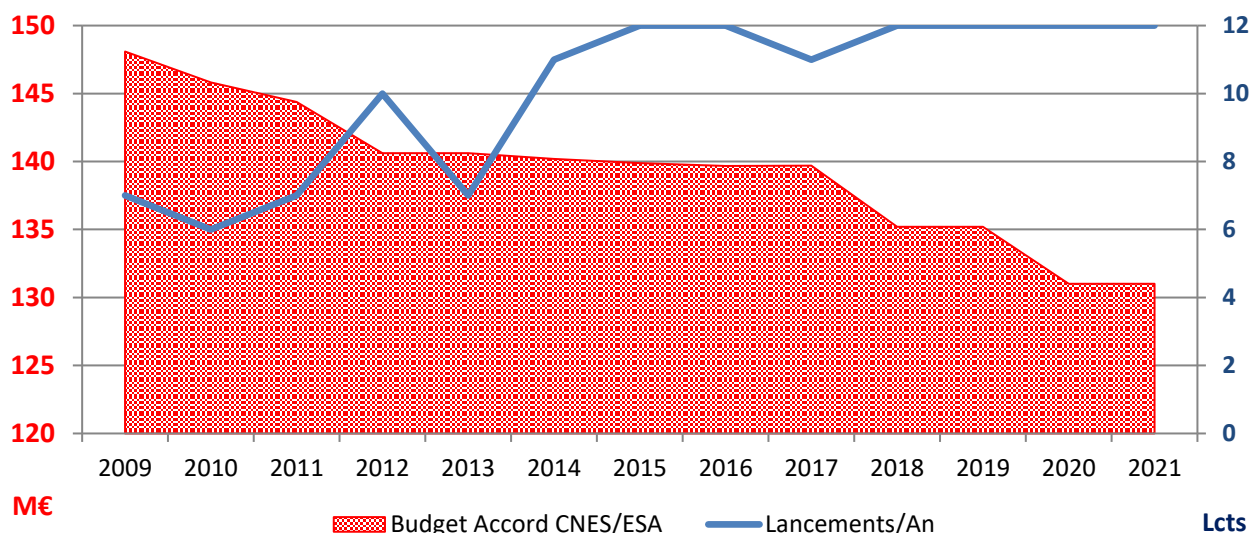
<sup>2</sup> 55% des moins de 25 ans sont au chômage et 5% seulement poursuivent des études supérieures.

Vehicles (filiale à 70% d'Avio<sup>3</sup> et maître d'œuvre de Vega) de conserver leur responsabilité jusqu'au moment du lancement afin d'optimiser les coûts d'intégration. Cette rationalisation verticale par type de lanceur - Ariane 6 ou Vega-C - sera source d'économies, mais ne doit pas se construire au détriment de leur synergie avec le partage d'équipements (boosters) et d'infrastructures communes (bâtiment de préparation des satellites, électricité, fluides...). Le rôle d'Arianespace pour les activités locales doit ainsi être clarifié. D'abord parce que l'utilisation commune d'infrastructures, surtout avec une cadence de tirs susceptible d'augmenter, conduira à des arbitrages fréquents qu'Arianespace sera le mieux à même de donner. Ensuite, parce qu'Arianespace doit conserver un socle de compétences et de métiers pour rester crédible vis-à-vis des clients pour lesquels cette société constitue l'interface unique. Pour ces différentes raisons, il est souhaitable que les maîtres d'œuvre industriels s'appuient sur Arianespace pour mettre en œuvre le nouveau schéma de livraison du lanceur au moment du lancement. Les industriels rencontrés, qu'il s'agisse d'Airbus Safran Launchers ou d'European Launch Vehicles (via Avio), en sont bien conscients et partagent cette vision.

➤ Encourager les synergies entre Ariane, Vega et Soyouz avec pour Arianespace un rôle d'arbitre commercial transparent, compétent et reconnu par les maîtres d'œuvres industriels.

Enfin, à plus court terme, un certain nombre de contrats locaux pluriannuels sont déjà en cours de renégociation et doivent être signés en janvier 2018. La multiplicité des contrats et la diversité des industriels concernés, si elles permettent d'assurer une certaine concurrence, semblent surtout à l'origine de surcoûts en raison de la gestion des nombreuses interfaces et des couches de management nécessaires localement, à la fois du côté institutionnel et chez les industriels titulaires de marchés. Lors d'un entretien en Guyane, le CNES a rappelé que des efforts dans cette direction avaient déjà été initiés depuis plusieurs années, comme le soulignait la Cour des comptes dans un rapport de novembre 2015. Ils méritent d'être amplifiés et accélérés, pour des raisons évidentes de compétitivité internationale.

**Evolution du financement public du CSG de 2009 à 2021  
(conditions économiques 2016)**



*Source : CNES*

➤ Poursuivre les efforts de réduction du coût des contrats locaux pour le maintien en condition opérationnelle du CSG.

<sup>3</sup> L'agence spatiale italienne détient les 30% restants.



## Les lanceurs

Du côté des lanceurs, la pérennité d'une capacité européenne est mise en difficulté par la concurrence. Celle-ci, en particulier aux Etats-Unis, continue en effet de progresser, en grande partie grâce au marché captif dont bénéficie une entreprise comme SpaceX, ce qui lui assure ainsi un nombre critique de lancements institutionnels et d'une politique de prix différenciés, avec des lanceurs très largement payés, à hauteur de 50 % de plus qu'à l'export, par les institutionnels (Nasa, Darpa, etc) pour les marchés domestiques. Les conditions techniques et financières de réutilisation des premiers étages de Falcon 9 pourraient leur permettre de franchir une étape supplémentaire. Les orientations retenues lors de la Ministérielle de l'ESA à Luxembourg en décembre 2014 vont clairement dans le bon sens. Les objectifs de coût et de délais pour la mise au point d'Ariane 6 sont ambitieux et tout doit être mis en œuvre pour les atteindre. Une stratégie consistant à lâcher la proie pour l'ombre en sautant l'étape de 2020 d'Ariane6 paraîtrait suicidaire : cet avis a été validé par tous les interlocuteurs rencontrés et concernés. Il faut donc, d'une part soutenir le programme Ariane 6, dont les performances pourraient *in fine* s'avérer encore meilleures que ce qui avait été envisagé en 2014, tout en préparant ses futures évolutions pour continuer à remplir durablement le carnet de commandes du lanceur européen. Le projet industriel aux Mureaux visant à investir dans une usine d'assemblage moderne et numérisée, avec des organisations plus intégrées et inspirées du « *lean management* » ou l'utilisation de nouvelles technologies comme l'impression 3D pour la fabrication d'un certain nombre de pièces industrielles, contribue directement à ce premier enjeu. Ce projet est donc un candidat naturel au Programme d'Investissements d'Avenir, qui a vocation à accompagner les investissements privés dans ce type d'innovations.

➤ Investir via le Programme d'Investissement d'Avenir aux côtés d'Airbus Safran Launchers aux Mureaux dans une usine Ariane 6 moderne et numérisée pour tenir les objectifs de coût ambitieux.

Si la conception et les délais de réalisation d'Ariane 6 ne doivent pas être remis en question par les premiers succès américains en matière de réutilisabilité, des développements ont été engagés par les acteurs français pour anticiper dès maintenant une version ultérieure. C'est dans cette perspective que s'inscrit le projet Promothéus, un nouveau moteur initié par le CNES et développé par Airbus Safran Launchers, en partenariat avec l'Allemagne : il semble prometteur et mérite d'être poursuivi au niveau européen. Il permettrait non seulement de remplacer très avantageusement le moteur Vulcain du premier étage d'Ariane 6, complexe et coûteux, mais pourrait aussi être envisagé pour remplacer le moteur Vinci dans le dernier étage d'Ariane 6. Cette analyse est partagée par le CNES et Airbus Safran Launchers, qui ont anticipé les évolutions à venir en lançant ce développement commun. Ce projet explore en particulier pour ce moteur la technologie « oxygène liquide (LOX) – méthane », dont le caractère réutilisable ouvre des opportunités pour la mise au point de nouveaux types de lanceurs. Cette technologie est aussi envisagée, dans une moindre ampleur et en coopération avec la Russie, par Avio qui y voit l'opportunité d'améliorer les capacités d'emport du dernier étage de Vega-C, dans une définition Vega-E que l'Italie propose à l'Europe de financer. Dans un objectif d'efficacité au niveau européen, les travaux initiés en France et en Italie devront être bien coordonnés et ne devront pas aboutir à des duplications de compétences et de capacités industrielles que l'Europe ne peut pas se permettre. Les Italiens, qui défendent le principe de spécialisation des sites industriels européens, devraient être réceptifs à cette idée. C'est d'ailleurs l'argument qu'ils avancent pour s'opposer à la création d'une deuxième ligne de production de boosters à poudre en Allemagne et renforcer au contraire les capacités existantes d'Avio en Italie dans ce domaine.

➤ Poursuivre le programme Promothéus préparant une évolution ultérieure d'Ariane 6 et veiller à l'optimisation et l'intégration la plus grande possible de l'organisation industrielle européenne associée à la technologie « oxygène liquide – méthane ».

### *Pourquoi le potentiel du réutilisable est-il limité sur Ariane 6 ?*

Les fusées réutilisables ont été remises au goût du jour par les succès techniques de FalconX et de Blue Origin : même si des clients ont d'ores et déjà confirmé leur intérêt, leur commercialisation n'a toutefois pas encore abouti et l'équilibre du modèle économique reste à confirmer (incertitude sur les coûts de remise en état et sur le montant initial des assurances, sur le coût de performance au lancement pour conserver une capacité de récupération ...). Dans le cas particulier d'Ariane 6, le gain d'un tel modèle semble à ce stade faible.

Seul l'étage principal d'Ariane 6, dans sa conception actuelle, pourrait être réutilisé. En effet, les contraintes techniques empêchent la récupération des boosters à poudre (températures élevées qui endommagent les structures) et de l'étage supérieur (coût de récupération supérieur au gain qui pourrait en être espéré). Dans la première version « tout poudre » initialement proposée par le CNES et l'Agence spatiale européenne pour Ariane 6, en 2012, aucune récupération n'aurait donc pu être envisagée. La configuration finalement adoptée, acceptée par les industriels, est donc plus favorable à une éventuelle évolution vers un lanceur post Ariane 6 tout ou en partie réutilisable.

Les principaux facteurs qui déterminent l'intérêt économique de rendre le premier étage d'Ariane 6 réutilisable sont les suivants :

- 1- la part de la fabrication d'un premier étage neuf dans le coût d'Ariane 6 (pour mémoire : environ 70M€ pour Ariane 62 et 90M€ pour Ariane 64) : plus elle est faible, moins sa réutilisation se justifie ;
- 2- le nombre de tirs annuels d'Ariane 62 et d'Ariane 64<sup>4</sup> : plus il est faible, moins la réutilisation est rentable car le coût de fabrication d'un étage neuf sera plus élevé (effet série moindre) ;
- 3- le coût de remise en état d'un étage récupéré : plus il est élevé, moins la réutilisation est pertinente ;
- 4- le taux de réutilisation des premiers étages par rapport au nombre de lancements réalisés : plus il est faible, moins la réutilisation est intéressante. Ce taux dépendra en particulier de l'énergie disponible pour faire revenir l'étage principal, et donc de la masse de la charge utile lancée par Ariane 6 : si la totalité de la capacité du lanceur est nécessaire, aucune récupération ne pourra être envisagée.

Dans un scénario très favorable au réutilisable, mais très peu probable (12 tirs Ariane 62 dans l'année, réutilisation de tous les étages une fois, coût de l'étage neuf représentant un tiers du coût d'Ariane 62...), le réutilisable permet d'envisager une réduction maximale du coût de l'ordre de 10 à 15%. Dans un scénario plus réaliste (7 à 8 tirs Ariane 62 dans l'année, réutilisation d'un étage tous les 2 tirs, coût de l'étage neuf représentant un quart du coût d'Ariane 62...), le gain obtenu serait de l'ordre de 5% seulement, c'est-à-dire nettement moins que le gain envisagé avec la baisse du coût de fabrication du moteur de l'étage principal telle que prévue dans le projet Promothéus. Du reste, avec un premier étage encore moins coûteux grâce à ce moteur, l'intérêt de la récupération du premier étage d'Ariane 6 sera encore moindre.

L'intérêt du réutilisable se justifie pour des cadences élevées, ou pour des systèmes conçus spécifiquement à cette fin. Dans le cas de la fusée Falcon 9 de SpaceX, la cadence envisagée est de 40 à 50 tirs par an (marché domestique américain captif et 50 % du marché commercial) : la réutilisation permet alors d'éviter l'investissement qui aurait été nécessaire dans une nouvelle usine de fabrication des moteurs pour tenir une capacité de production annuelle supérieure à 400 moteurs. Aussi, si le lanceur Ariane 6 n'est pas forcément adapté en l'état à la réutilisation, d'autres types de lanceurs pourraient en bénéficier : petits lanceurs tirés à

---

<sup>4</sup> Contrairement aux entreprises américaines, Ariane 6 ne pourra être tirée que d'un seul site, en Guyane, et sa cadence de tir devrait être limitée à une douzaine de tirs annuels ; à titre de comparaison, Ariane 5 n'a jamais été tirée plus de 7 fois en une année et le record de lancements depuis Kourou en une année est de 13 lancements en 2000.

cadence régulière depuis plusieurs sites, lanceurs dont la partie réutilisable serait prépondérante dans le coût de fabrication, etc.

En plus des évolutions d'Ariane6, il faut également pousser les nouveaux concepts jugés les plus prometteurs en matière de lanceurs. Notre pays a tardé à le faire mais le mouvement est maintenant engagé. Différentes études ont été pour l'instant conduites en France, qu'il s'agisse des concepts d'EOLE ou d'ALTAIR à l'ONERA, des navettes VEhra ou de lanceur sous Rafale de Dassault Aviation, du microlanceur à poudre SPARROW ou du concept réutilisable ADELINe chez ASL... Considérer qu'il faut laisser le marché « choisir » le concept qui sera retenu serait une erreur stratégique, car dans le même temps les concurrents (américains, anglais, espagnol et italien notamment) continuent de bénéficier de financements étatiques qui perturbent l'équité de la compétition. Le choix du ou des concepts à pousser jusqu'au démonstrateur devra évidemment s'appuyer avant tout sur les capacités de lancement apportées et l'analyse du coût global de chacune des solutions. D'autres critères devront également conditionner le choix français : les perspectives de coopération européenne, les risques techniques, les perspectives commerciales, la durée de mise sur le marché et les synergies envisageables avec d'autres activités industrielles, du spatial ou non. Un microlanceur à poudre permettra par exemple des liens avec les missiles balistiques contribuant à la dissuasion nucléaire, tandis que d'autres concepts permettraient de lancer de nouvelles applications dans le secteur du transport aérien hypersonique, du tourisme spatial ou du vol habité. Cette question des vols habités ne doit pas non plus être écartée a priori et les initiatives dans ce domaine devront être étudiées avec attention, probablement dans le cadre de coopérations internationales. Au-delà de la capacité qu'ils apportent, les vols habités contribuent aussi à l'attractivité du spatial auprès du grand public et à sa projection dans un futur de progrès et d'universalité : la perspective pour les jeunes Européens de pouvoir aller dans l'espace doit donc être maintenue, d'une façon ou d'une autre. **Le financement étatique de ces projets devra s'adapter à la destination potentiellement commerciale de ces lanceurs** : il devra encourager les industriels à se lancer, tout en recherchant un équilibre dans le partage des risques. Le principe d'avances remboursables en cas de succès commercial peut être pertinent dans cet esprit, tout comme l'usage de sociétés projets qui pourraient bénéficier de financements de Programme d'Investissement d'Avenir.

- Dans le domaine des lanceurs, définir une stratégie européenne pour pousser un ou plusieurs nouveaux concepts - dont le réutilisable peut faire partie - jusqu'au démonstrateur.



## Illustrations des nouveaux concepts de lanceurs français



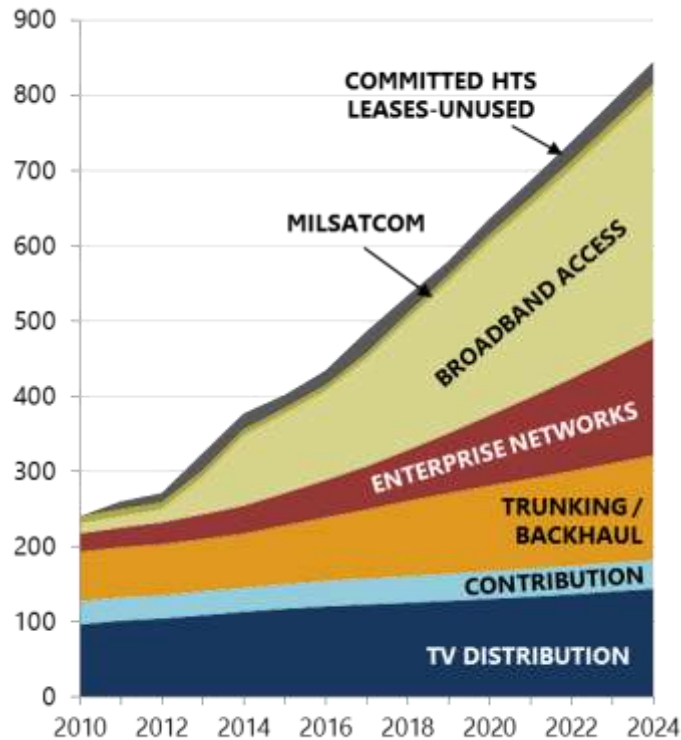
### B - Les satellites

Comme cela a déjà été dit, le marché des satellites, en particulier dans le secteur des télécommunications, est en plein essor même si notre pays, pour des raisons également évoquées, accuse un certain retard dans ce domaine dans les investissements institutionnels (principalement via l'ESA et le CNES) par rapport à nos voisins allemands ou britanniques. Avant de proposer des solutions pour y remédier, le marché des satellites mérite d'être regardé attentivement et nos auditions y ont consacré beaucoup de temps, auprès des fabricants, des utilisateurs, des financeurs privés comme institutionnels, civils comme militaires. Quatre grandes familles de satellites peuvent être identifiées, selon leurs fonctions : satellites de télécommunications, d'observation, de navigation/positionnement ou scientifiques. Il n'est pas rare que des industriels soient présents sur plusieurs de ces marchés qui partagent un socle commun de savoir-faire et de compétences parfois longs à acquérir. Pour autant, chacune de ces familles a ses propres caractéristiques vis-à-vis des marchés : plus ou moins commercial, avec des séries plus ou moins grandes, des contraintes opérationnelles différentes, etc. Les verrous technologiques à surmonter pour maintenir l'excellence française nécessitent des développements spécifiques, adaptés au contexte.

#### Satellites de télécommunications

Le marché des satellites de télécommunications a longtemps été porté par la diffusion de la télévision, mais ce segment traditionnel commence à saturer. Les relais de croissance viennent avant tout des besoins grandissants de connectivité, à la fois en mobilité et dans des zones moins denses, globalement mal desservies par les réseaux fixes. De nouveaux usages comme l'internet des objets et les réseaux « machine to machine », envisagés par exemple pour les voitures connectées ou autonomes, aujourd'hui émergents, vont exploser dans les années à venir.

## Prévision des évolutions des capacités télécoms en fonction des applications (en GHz)

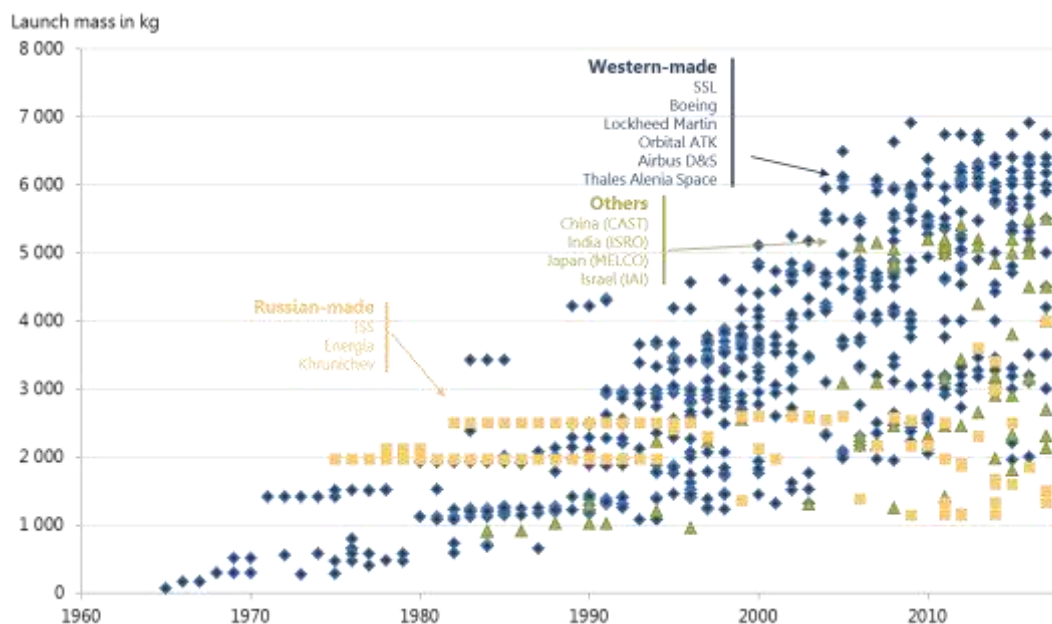


Source : Euroconsult

En matière de satellites de télécommunications, les deux fabricants français, Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space, ont réalisé une excellente année 2015, obtenant à eux deux un tiers des commandes sur un marché très commercial et ouvert à la concurrence européenne et internationale. Chez les maîtres d'œuvre, Airbus Defence & Space (4 satellites géostationnaires vendus, ainsi que la participation à la constellation Oneweb) annonce même avoir dépassé l'Américain SSL/MDA (5 satellites), tandis qu'avec 2 satellites vendus, Thales Alenia Space (qui a également remporté 8 satellites O3b) se positionne au niveau de Lockheed Martin, Boeing ou Orbital ATK. Ce succès, aidé par un rééquilibrage du taux de change euro-dollar, est aussi dû à l'intégration certes tardive, mais rapide de la propulsion électrique sur les plateformes françaises. Cette technologie avait été imaginée en France par SAFRAN il y a plus de 10 ans, bien avant tous les autres, mais le coût opérationnel lié à l'augmentation de la durée de transfert d'orbite de quelques mois par rapport à une propulsion chimique n'avait pas convaincu les opérateurs. Ce marché a toutefois fini par émerger il y a deux ou trois ans, en particulier grâce à la baisse des coûts de lancement : les industriels français, paradoxalement pris de court, ont alors pu compenser leur retard grâce au soutien du PIA2, obtenant leurs premières commandes dans la foulée.

D'autres acteurs dans le domaine des satellites de télécommunications (Inde, Chine, Japon, Israël, Turquie, Russie...) développent également des capacités grâce à des marchés domestiques captifs. D'après le Ministère de la Défense et le CNES, les progrès technologiques de ces pays sont notables et il est probable qu'ils viennent rapidement conquérir des parts de marchés au détriment des industriels occidentaux dans le cadre des compétitions internationales. La concurrence, aujourd'hui européen-américaine, sera demain encore plus vive, avec l'arrivée de ces nouveaux acteurs, venant principalement d'Asie.

## Croissance de la masse des satellites de communications géostationnaires



Source : Euroconsult

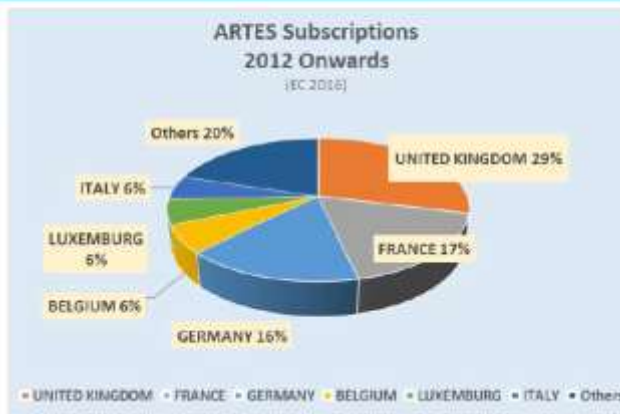
Le CoSpace (cf. chapitre 2) a fixé de nouveaux objectifs à atteindre pour la fourniture du très haut débit par satellite. Les efforts identifiés portent d'abord sur le coût des systèmes satellitaires avec l'objectif d'atteindre en 2020, dans le domaine de l'internet, 1M€ par Gbps lancé, soit une division par trois des coûts actuels. Chez l'Américain Viasat, 3500 personnes travailleraient activement sur une solution de ce type, grâce à des capacités d'investissement liées aux contrats remportés sur les marchés militaires américains captifs. Pour que la filière française puisse rivaliser sur ce marché, les auditions ont permis d'identifier plusieurs actions : d'une part, la poursuite de la réduction de la masse des satellites grâce au recours à l'impression 3D ou l'utilisation de nanomatériaux et d'autre part l'augmentation des capacités des charges utiles télécoms. Une autre piste, considérée comme importante, consiste à améliorer la flexibilité des satellites, pour leur permettre de couvrir de larges zones pour les services liés à la mobilité tout en ayant la possibilité de modifier les débits et les puissances selon les zones couvertes afin d'être en mesure de répondre à l'évolution des marchés pendant toute leur durée de vie.

Le soutien public à la compétitivité de la filière nationale passe donc par la mise au point d'une offre française proposant le très haut débit à un marché de masse à un prix compétitif. Les orientations actuelles du budget du CNES, qui intègrent le montant élevé des investissements pour le lanceur Ariane 6, limitent fortement les investissements dans la filière française et les perspectives envisagées pour la prochaine ministérielle de l'ESA en fin 2016 seraient encore en retrait pour les engagements nationaux dans les satellites télécoms par rapport aux ministérielles précédentes. Si ces orientations ne font pas l'objet d'inflexions significatives, la France pourrait être d'ici 10 ans surclassée dans ce domaine par le Royaume-Uni et l'Allemagne, qui ne cachent pas leurs ambitions et y consacrent les moyens financiers correspondants. Ce constat est à la fois vrai pour les maîtres d'œuvres, Airbus/SSTL au Royaume-Uni et OHB en Allemagne et, pour les équipementiers et sous-traitants, TESAT en Allemagne et Airbus/SSTL sur les charges utiles télécoms en particulier. Au cours de ces dernières années, seul le PIA a pu compenser la faiblesse structurelle du budget du CNES dans ce domaine en finançant des projets industriels, dont les effets de levier ont pu être rapidement constatés sur le marché commercial. Si un effort particulier n'était pas fait dans le cadre de la prochaine ministérielle et par l'Etat français en propre (complément à l'offre de la fibre pour la couverture numérique) ou par la commission européenne pour développer des projets

institutionnels dans le domaine des satellites, la situation pourrait devenir critique pour des industriels comme TAS ou Eutelsat.

## Subscription to ARTES CM12 -> 2016, in 2016 e.c.

The ARTES main subscriber is UK (29 %) followed by France (17 %) and Germany (16 %) since the Ministerial in 2012.



COUNTRY	Subscriptions 2012 Onwards (EC 2016)	
	M€	%
UNITED KINGDOM	352	29%
FRANCE	213	17%
GERMANY	197	16%
BELGIUM	74	6%
LUXEMBURG	69	6%
ITALY	67	5%
Others	246	20%

23/06/2016 | Slide 2 ESA-TIAM-HO-2016-0007

ESA UNCLASSIFIED - For Official Use

European Space Agency

### Investissements des Etats dans le programme ARTES de compétitivité dans le domaine des télécommunications, entre 2012 et 2016

Le financement de la R&T industrielle ne doit pas se focaliser uniquement sur les projets de court terme : il doit aussi permettre de lever les verrous technologiques les plus critiques pour la compétitivité de la filière nationale à une échéance de cinq à dix ans. L'objectif est aussi de développer des briques technologiques suffisamment matures pour rendre ensuite le risque acceptable pour leur utilisation dans des projets institutionnels ou commerciaux. Parmi les sujets d'intérêt pour les interlocuteurs rencontrés pendant la mission, on peut citer la nouvelle génération de propulsion électrique, les charges utiles photoniques, les antennes bord à balayage électronique, l'amélioration de la récupération d'énergie, la maturation des liaisons optroniques permettant de s'astreindre des limitations d'accès au spectre radiofréquences, l'automatisation des outils industriels, etc. Pour éviter d'avoir à financer à la fois TAS et ADS sur ces technologies, l'Etat devra veiller à ce que les investissements consentis bénéficient soit à un champion national reconnu et assumé, soit à des équipementiers ou laboratoires français susceptibles d'être sous-traitants des deux maîtres d'œuvre français. En ce qui concerne les laboratoires de recherche, on pourra par exemple s'inspirer de l'ONERA (optique, ballons, propulsion électrique) et du CEA TECH (panneaux photovoltaïques, batteries, capteurs et composants électroniques critiques) qui travaillent à la fois avec Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space. Une troisième solution pourrait être envisagée, mais elle nécessiterait une évolution de type structurel et culturel des deux entreprises : elle consisterait à opérer, sur fonds publics et privés, des développements communs, dans l'esprit d'un principe de coopération (coopération pour des développements communs en amont et compétition pour l'adaptation et l'accès au marché) bien connu dans le secteur de la micro-électronique. C'est pourquoi nous avons intégré des recommandations qui vont dans ce sens.

- Pour les satellites de communications, maintenir un niveau d'investissements annuels d'environ 100M€ pour encourager la compétitivité des industriels français et préparer les technologies d'avenir.

L'investissement en amont dans la R&T n'est pas l'unique levier pour soutenir la compétitivité de nos industriels : le soutien en aval doit également être encouragé, soit via la commande publique, soit indirectement via la régulation de l'accès au marché commercial. Le programme COMSAT NG, notifié par la Direction Générale de l'Armement (DGA) à Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space fin 2015 (880M€ pour deux satellites), s'inscrit parfaitement dans cet objectif. Il s'appuie en particulier sur les plates-formes électriques développées par les deux industriels pour le marché commercial et sur les travaux duaux financés par la DGA via le CNES, notamment pour les charges utiles télécoms avec Thales Alenia Space (premières générations de processeurs numériques transparents). Par ailleurs, ce programme conforte le savoir-faire industriel de Thales dans le domaine de la sécurisation et de la lutte contre les cyberattaques auxquelles les opérateurs civils s'intéressent de plus en plus. Au niveau européen, le projet GOVSATCOM de l'Agence Européenne de Défense (AED) vise à l'optimisation des moyens européens pour des communications institutionnelles garanties, de façon à pouvoir répondre aux besoins de pays ne disposant pas de capacités en propre. Comme ce qui est désormais d'usage pour l'OTAN, ce besoin devra avant tout s'appuyer sur des programmes existants, confortant ainsi les investissements nationaux. Des études sont en cours à l'AED et à l'ESA pour orienter la position européenne sur cette question, comme cela a pu être vérifié lors des auditions avec l'AED à Bruxelles.

Par cohérence, ce soutien de l'Etat à la compétitivité de la filière nationale passe aussi par des conditions adaptées d'accès au marché commercial domestique. Pour construire une offre compétitive alternative face à la proposition américaine de Viasat et éviter de voir les parts françaises s'effondrer sur ce marché d'ici cinq à dix ans, il s'agit donc d'arriver à faire émerger le projet « *Space Fiber* » d'Eutelsat. Celui-ci doit permettre de couvrir un million et demi de clients en France avec un débit d'au moins 30Mbps, via l'exploitation de trois satellites d'une capacité de 350Gbps chacun, opérationnels entre 2020 et 2022. Eutelsat n'a pas aujourd'hui pris la décision de s'engager dans cette voie, en raison du coût d'investissement correspondant, probablement supérieur à 1Md€, mais l'Etat dispose de deux leviers pour convaincre l'opérateur d'accepter le risque commercial : **une aide à l'investissement via le PIA3 d'une part, et l'intégration du spatial dans le plan très haut débit d'autre part.** En contrepartie, l'Etat devra veiller à ce que la part industrielle française dans la réalisation de la solution technologique retenue soit prépondérante (plate-forme, charge utile, équipements...). L'ambition politique du plan très haut débit est de déployer la fibre optique dans l'ensemble du territoire pour fournir 100Mbps à tous, tout comme le réseau cuivre avait été déployé il y a quarante ans pour la téléphonie fixe. Si ce déploiement se déroule aujourd'hui rapidement dans les zones les plus denses et les plus rentables, la fibre ne devrait pas couvrir plus de 80 % de la population d'ici 2022, pour un coût d'investissement public/privé estimé entre 15 et 20Mds€. Il faudra probablement 15 à 20Mds€ et dix ans supplémentaires pour couvrir en fibre une partie des 20 % restants. La solution satellitaire présente donc plusieurs intérêts pour l'Etat : un coût de subvention raisonnable au regard des enjeux de déploiement de la fibre, de l'ordre de 500M€, pour un accès très haut débit au sens de l'Union européenne (30Mbps) disponible pour un million et demi de personnes et d'entreprises les plus isolées, et ce dès 2020. Cette solution, très complémentaire des autres solutions technologiques intérimaires envisagées (amélioration du cuivre, réseau 4G LTE), contribuerait à une équité temporelle de traitement de l'ensemble du territoire. Les contacts avec les opérateurs télécoms comme avec les collectivités territoriales compétentes, généralement les conseils départementaux, laissent présager une acceptabilité de cette complémentarité entre la fibre et les satellites pour peu que l'Etat l'affirme clairement dans le cadre de son plan de couverture numérique, ce qui nécessite une évolution culturelle de la part des décideurs institutionnels qui n'ont pas tous intégré la qualité de la solution satellitaire, comparable à celle de la fibre grâce aux évolutions technologiques récentes.



- **Prévoir dans le plan très haut débit un volet satellitaire, et définir les conditions qui permettent un accès pour un million et demi de foyers, dans les territoires les plus isolés, dès 2020 et jusqu'au déploiement complet de la fibre.**

En Europe, la France doit également convaincre l'Union européenne de la nécessité d'inscrire le très haut débit dans le cadre du service universel à fournir aux Européens dans les dix ans à venir. Ce marché bénéficierait alors pour partie, comme en France, aux opérateurs satellites et aux fabricants du « *Space Fiber* » qui permettent d'adresser les zones grises et blanches dans des délais courts : soit pour vendre des capacités inutilisées, soit pour rallonger les séries et ainsi réduire les coûts. La commission européenne pourrait également subventionner l'utilisation des satellites pour aider au développement des régions européennes les plus isolées.

- **Promouvoir la prise en compte du très haut débit dans la définition du service universel européen.**

Enfin, pour faire fructifier ses investissements, la France doit aussi promouvoir ses solutions à l'exportation, comme elle a pu le faire ces dernières années au Brésil (projet SGDC), aux Emirats arabes unis (Yahsat) ou plus récemment en Egypte, à la fois en réponse à des besoins institutionnels et grand public. Dans le domaine des télécommunications, **l'accès à des marchés export passe aussi par l'obtention de positions orbitales et de droits d'utilisation des fréquences** attribuées par l'Union internationale des télécommunications où l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR) représente la France. L'expertise et l'expérience reconnues de l'ANFR, associées à un cadre législatif français favorable, en font un négociateur recherché par les industriels français et européens pour obtenir leurs droits d'utilisations de fréquences et de positions orbitales. L'augmentation du nombre d'acteurs dans le spatial, en particulier les universités (dont les demandes sont aujourd'hui déposées par le CNES), les laboratoires et les start-ups, peu rodés à ces démarches, fait peser un risque sur les délais de traitement des demandes d'autorisations par l'ANFR. **Si ces délais devaient dépasser les 6 mois, il faudrait alors envisager soit de renforcer les effectifs de l'ANFR, soit de réduire les délais réglementaires de consultation publique de la procédure.**

Le marché mondial des satellites de télécommunications est le premier enjeu pour les fabricants de satellites. Cette activité représente par exemple 52 % du chiffre d'affaires de Thales Alenia Space. Il s'agit donc du principal débouché pour la filière industrielle française, devant les satellites d'observation.

### Satellites d'observation

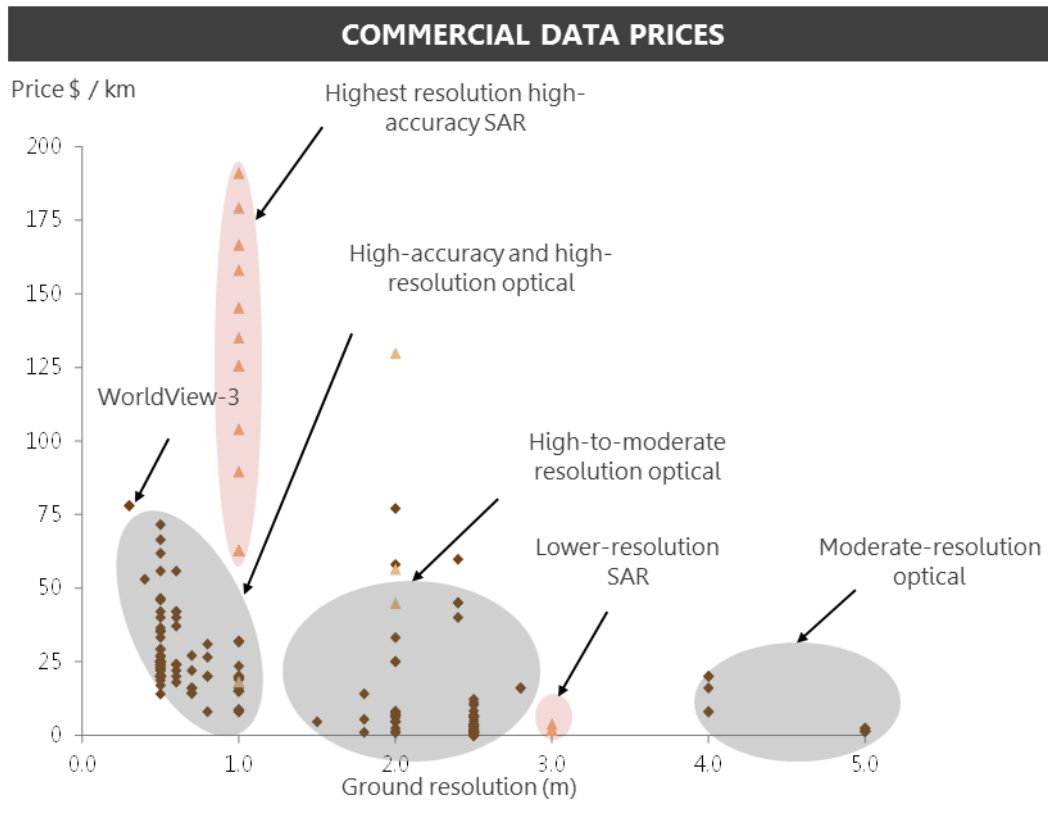
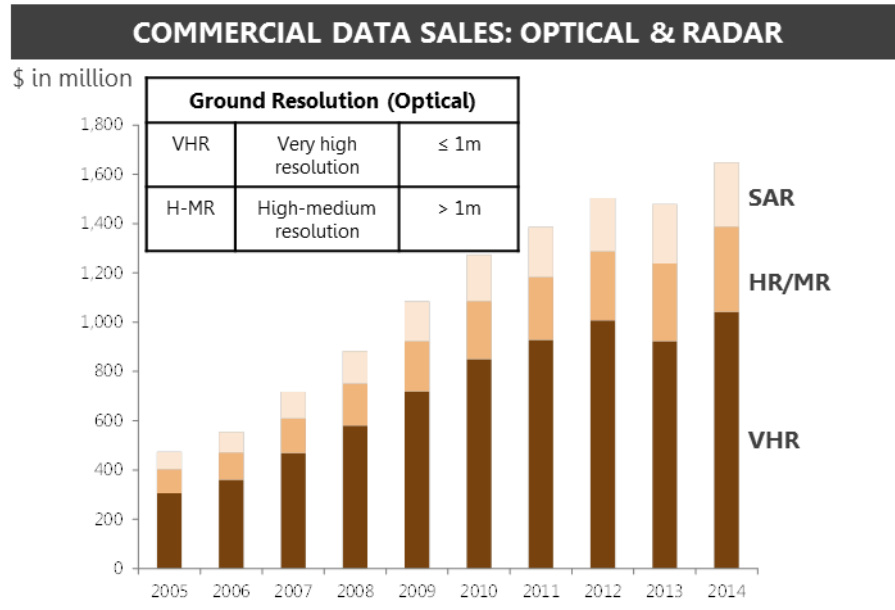
Les satellites d'observation de la Terre ne constituent pas un marché aussi commercial que les télécommunications, car les commandes de satellites de ce type sont passées le plus souvent par des acteurs publics ou institutionnels. En revanche, les marchés en aval pour les images et les éventuels services associés sont en émergence, à forte valeur ajoutée et à fort potentiel de croissance dans le domaine commercial : c'est la raison pour laquelle Airbus Defence & Space comme Thales Alenia Space nous ont confirmé leurs intentions de se développer sur ce segment de marché.

Les plates-formes des satellites d'observation peuvent être standardisées, mais la nature des charges utiles varie en particulier selon la qualité (résolution, localisation) et le type de données recherchées (images visibles, radar, infrarouges, multispectrales, détection d'éléments chimiques, d'ondes électromagnétiques, etc.). La France a décidé il y a plus de quinze ans de ne pas produire de charges utiles d'observation radar et elle s'appuie donc sur les capacités allemande et italienne en la matière. Dans le domaine de la défense, des accords de mutuelles dépendances existent avec ces pays (accords de Schwerin et de Turin) que la France n'a pas intérêt à rompre, sauf si l'un de ses partenaires avait des velléités de se développer dans l'observation optique qui reste son domaine d'expertise et d'excellence reconnu.



Le marché accessible est essentiellement tiré par le besoin institutionnel européen (météo, programmes ESA d'observation, programme Copernicus de l'Union Européenne) et l'exportation vers des pays souhaitant disposer de leur propre capacité d'observation (un à deux satellites par an). Les satellites de haute et très haute résolutions, optiques et infrarouges, sont également au cœur des préoccupations militaires en raison des capacités opérationnelles qu'ils apportent et des menaces qu'ils représentent. Ils sont aussi les plus exigeants techniquement et les plus coûteux à produire. La France a su construire une capacité au meilleur niveau mondial grâce à des programmes conduits par le CNES et la DGA, à la fois civils (SPOT 1 à 5, Pléiades) et militaires (Helios). Avec le lancement du programme MUSIS pour la Défense (1,3Md€ pour le développement et la production de deux satellites CSO) et le soutien de l'Etat pour l'obtention de nombreux marchés à l'export dans le cadre d'accords intergouvernementaux (Maroc, Pérou, Emirats Arabes Unis, Allemagne), la filière française est aujourd'hui en bonne santé, même si elle souffre trop souvent de la compétition frontale entre les deux maîtres d'œuvre Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space (cf. chapitre 4). Cette compétition, si elle peut servir une saine émulation, ne doit pas pour autant conduire à des pertes de marché à l'export, à l'image de ce qu'a connu dans le passé la filière nucléaire, alors victime de ses conflits internes. Le CoSpace a aussi pour vocation de fédérer une équipe France et rendre son offre complémentaire chaque fois que possible.

Les satellites d'observation optique de la Terre sont ceux qui peuvent générer le plus de services dans l'aval de la chaîne. C'est ainsi que la famille des satellites SPOT/Pléiades a permis le développement d'un opérateur français de revente d'images. Cette activité est aujourd'hui portée par Airbus Defence & Space Geo qui, avec 400 personnes en France, est le deuxième acteur mondial derrière l'Américain Digital Globe. Mais son existence même est menacée par la politique d'« open data » adoptée par l'Union européenne pour des images bénéficiant d'une résolution de quelques mètres et, parallèlement, par les nouveaux modèles et acteurs économiques qui transforment le marché de la donnée en marché des services. La donnée, de plus en plus accessible, tend à perdre de sa valeur au détriment des services apportés par son exploitation. La vente d'images reste malgré tout très complémentaire de la vente de satellites, car elle permet de fournir des données, en attendant le lancement d'un satellite vendu à un client export. Il faut en effet compter un délai d'au moins deux ans entre la signature d'un contrat et la réception des premières images par le client : la fourniture d'un service intérimaire à partir d'images recueillies avec des moyens tiers permet en général de rendre ce délai plus acceptable, voire de compenser d'éventuels retards pendant le déroulement du contrat. Elle permet également de faciliter un service de commercialisation offert à des clients ayant acheté un satellite et soucieux de commercialiser une partie des images ainsi recueillies. Thales a indiqué sa volonté de se positionner sur ce segment de marché, principalement via la société Telespazio.



*(source : Euroconsult)*

Si l'augmentation de la résolution a longtemps été un critère primordial de compétitivité, les progrès technologiques et le renforcement de la concurrence américaine et asiatique, dans le domaine civil comme militaire, rendent désormais le coût des systèmes, la fréquence de rafraîchissement des images et leur qualité (corrections, précisions de localisation) tout aussi importants. Le maintien de la compétitivité de la filière spatiale française passe donc aussi par l'identification de technologies moins coûteuses, voire de concepts qui ouvrent la voie à de nouveaux usages, comme par exemple la capacité de réaliser des surveillances continues depuis l'Espace à des fins de sécurité et de défense. Afin de soutenir la filière spatiale française

dans le domaine de l'observation, les leviers sont les mêmes que pour les télécommunications. Le financement en amont de la R&T industrielle pour la mise au point de briques technologiques innovantes donne aux industriels un avantage compétitif pour le marché des satellites (optique adaptative, miniaturisation...). En aval, la filière doit aussi être consolidée via l'acquisition de satellites contribuant à un usage national, comme le programme militaire CERES notifié en 2015 qui apporte au Ministère de la Défense une capacité d'écoute électromagnétique. Parmi les acquisitions à envisager, les différents entretiens ont permis de mettre en avant l'alerte spatiale<sup>5</sup>, le satellite Microcarb (cf. chapitre 2) et la surveillance géostationnaire.

Progressivement, la volonté des grands maîtres d'œuvre de se positionner sur les services dans le domaine de l'observation de la Terre pourrait aussi inciter l'Etat - voire l'Union européenne - à modifier la nature d'une partie de son engagement. Plutôt que de développer tous les systèmes en gestion patrimoniale, la puissance publique et l'Union Européenne pourraient, dans certains cas, se positionner comme clients sur le marché des données et des services, en incitant autant que possible les grands industriels à s'entendre avec des PME du domaine (CLS, Magellium, start-ups). C'est le schéma retenu par la NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) américaine avec Digital Globe : un contrat pluriannuel garantissant au moins 300M\$ par an, qui permet à cet industriel américain d'être aujourd'hui leader mondial. Cette visibilité à long terme lui permet d'assurer l'investissement dans les systèmes satellitaires et l'incite à rentabiliser cet investissement dans d'autres domaines. Cet enjeu est aussi au cœur des réflexions actuelles sur deux projets a priori divergents envisagés en parallèle par la filière française pour l'observation optique de la Terre. D'une part, le CNES promeut le programme **THR NG** dont une première étude de concept a été initiée en 2015 avec Airbus Defence & Space et Thales Alenia Space, qui vise à acquérir un satellite dual exportable de 25 à 30 cm de résolution à partir d'un instrument fourni par Thales Alenia Space. Dans le même temps, Airbus Defence & Space a évoqué pendant la mission sa volonté **d'autofinancer un projet de constellation de 4 satellites** de très haute résolution, destinés à alimenter Airbus DS Geo. Les deux projets témoignent de modèles d'affaires différents et interpellent d'une part sur le **risque de monopole français d'Airbus pour l'accès aux images et le développement des services** associés et d'autre part sur le **rôle de l'Etat** face à deux industriels plus matures et prenant des initiatives financées sur fonds propres y compris dans un domaine dont les applications concernent la défense et la sécurité. Il s'agit typiquement d'une situation où le dialogue entre le CNES, la DGA et les deux entreprises devrait permettre de converger sur une solution commune, préservant à la fois les intérêts stratégiques et les intérêts commerciaux de notre pays. La constitution d'une société projet entre Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space sur l'observation très haute résolution pourrait être une orientation susceptible de ménager les intérêts de la France ; le PIA pourrait d'ailleurs y contribuer. La suite dira si cette situation d'équilibre a été privilégiée, ce qui paraît tout à fait souhaitable.

- Dans le domaine des satellites d'observation très haute résolution, clarifier la stratégie post-Pléiades et post-CSO entre les besoins militaires et civils – envisager la création d'une société projet dédiée entre Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space.
- Pour les projets les moins risqués techniquement, envisager l'acquisition de données d'observations de la terre et des services associés auprès de sociétés fiables, via des contrats long terme plutôt que des programmes nationaux patrimoniaux.
- Maintenir par ailleurs des projets d'acquisition de systèmes satellitaires d'observation de la Terre pour des capacités stratégiques ou nécessitant des développements risqués.

---

<sup>5</sup> Cette capacité clé contribuerait indirectement à la dissuasion nucléaire en fournissant des moyens d'alerte en cas de tirs de missiles balistiques de puissances étrangères. Grâce à des démonstrateurs, la France a démontré posséder les capacités techniques, mais ce programme a été régulièrement reporté en raison d'arbitrages internes au Ministère de la Défense.

## Navigation / Localisation

Le troisième segment de marché abordé concerne la navigation et la géolocalisation pour laquelle la Commission européenne et l'ESA ont développé une initiative volontariste, ce qui doit être encouragé. L'Union Européenne a en effet décidé en 1999 de lancer le programme Galileo pour se doter de son propre système de navigation par satellite, dans un contexte international où cohabitent trois systèmes, un américain, le GPS, le plus largement utilisé, ainsi qu'un russe et un chinois. Après une présérie fournie par Airbus Defence & Space, le contrat de production de la première tranche de 22 satellites a été attribué à l'Allemand OHB (associé au Britannique SSTL pour la charge utile), jugé mieux-disant par l'Agence spatiale européenne malgré la faiblesse de son expérience et de son expertise par rapport à Airbus Defence & Space et Thales Alenia Space. Le programme a connu de nombreux surcoûts et retards au cours des premières années de sa mise en œuvre (dans son référé du 19 octobre 2015, la Cour des comptes constatait pour Galileo « un retard de 13 ans ») mais il semble aujourd'hui sur les rails avec un service initial envisagé avant la fin de l'année 2016, ce qui a été confirmé lors de la rencontre avec la commissaire européenne, Mme Bienkowska. La crédibilité acquise, après des débuts difficiles, par le programme Galileo et la qualité de services annoncée, sont confirmées par l'intérêt porté par la défense américaine à une redondance de son GPS grâce à l'utilisation de Galileo, ce que l'interopérabilité du programme rend possible.

Si le principe d'une compétition semble acté pour les huit derniers satellites en 2016/2017, les systèmes sont spécifiques à cette constellation et OHB dispose désormais d'un net avantage compétitif grâce à l'expertise acquise par la réalisation de la première série. Un changement d'opérateur à ce stade pourrait même être considéré comme une prise de risque dans un marché dont les délais et les coûts doivent désormais être impérativement tenus.

Par ailleurs, d'autres systèmes spatiaux de localisation existent ou sont envisagés, comme le système Argos ou son dérivé Cospas-Sarsat russo-américain. Moins précis que les systèmes de navigation complexes comme Galileo, Argos permet avant tout de suivre des balises, dans un usage initialement environnemental mais désormais plus large. Ce système est mis en œuvre par CLS, « spin-off » du CNES de 550 personnes dont le siège est à Toulouse, et l'enjeu est aujourd'hui d'en maintenir les capacités satellitaires en orbite. Les charges utiles Argos sont en effet jusqu'à présent embarquées sur d'autres satellites, en particulier sur ceux de la NASA, mais ces opportunités se raréfient. L'avènement des nanosatellites, dont le sujet sera abordé plus loin, pourrait compléter les capacités en orbite sur des plates-formes dédiées.

## Science et exploration

Les satellites scientifiques et les sondes d'exploration sont en général conçus pour des usages uniques. Ils contribuent à la fois à des besoins de recherche, le plus souvent fondamentale, ainsi qu'à l'attractivité du domaine spatial par le rêve, la curiosité et la fierté qu'ils peuvent susciter au sein du grand public (théories scientifiques, exploration spatiale, effet « pionnier »...). Le coût d'une mission significative dans le domaine scientifique, en particulier pour l'exploration, se chiffre en plusieurs centaines de millions d'euros. Dans un budget contraint, la recherche de partenariats au niveau européen, voire international, doit donc être privilégiée. **La mission Curiosity sur Mars peut, de ce point de vue, servir de modèle** : sur la période 2004-2018, la France n'aura dépensé que 50M€, dont 36M€ via le CNES pour le développement de l'instrument Chemcam (caméra chimique) et le laboratoire d'analyse SAM, soit environ 2% du coût total du programme. L'excellence de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie de Toulouse (CNRS et Université Paul Sabatier) et de ses équipes scientifiques qui ont co-développé l'instrument Chemcam très innovant avec un laboratoire américain, a engendré pour la France une contribution de l'ordre de 25 % du total des publications scientifiques liées à la mission Curiosity. Cela a permis aux mêmes équipes, avec des coopérations scientifiques et technologiques sur le territoire national, d'être retenues par la NASA pour équiper le « Rover » qui sera lancé sur Mars en 2020 avec une nouvelle caméra, la SuperCam, grâce à

laquelle la mission d'exploration de Mars peut produire des données précieuses pour approfondir notre connaissance de cette planète

Le levier représenté par les missions scientifiques pour la filière industrielle ne doit pas être sous-estimé. La participation française à ces programmes doit donc non seulement cibler des équipements-clés pour les avancées scientifiques, mais elle doit aussi s'inscrire dans le développement de la filière nationale chaque fois que possible. Ces missions scientifiques dans l'espace s'appuient sur des équipements spatiaux réutilisables sur le marché commercial (viseurs d'étoiles, gestion de l'énergie, transmission des données, etc.), en repoussent parfois les limites technologiques existantes et offrent aux industriels une visibilité et une crédibilité précieuses à l'international. C'est le cas de la société Photonis, qui n'a pas hésité à communiquer sur sa présence à bord de la sonde JUNO de la NASA au moment où celle-ci s'approchait de l'orbite de Jupiter en juillet 2016. Cela sera aussi le cas pour les différents systèmes technologiques de conception et fabrication françaises que l'astronaute Thomas Pesquet emportera avec lui dans la station internationale à la fin de l'année, comme le T-shirt connecté de la société Cityzen Sciences, qui rendra sa combinaison « intelligente », avec capacité de surveiller ses constantes vitales (Electrocardiogramme et fréquence cardiaque). L'astronaute italienne, Samantha, lors de sa récente mission, n'a pas hésité à vanter les mérites d'une cafetière italienne spécialement conçue pour proposer un « espresso » dans un système en apesanteur ! Les images de ces cafés italiens dégustés à bord du vaisseau spatial ont fait le tour des réseaux sociaux et des médias et ont fait bondir les ventes de la société concernée. Il faut saisir la formidable opportunité de valorisation de la recherche et de l'industrie nationale offerte par la mission de six mois de Thomas Pesquet et de celles qui viendront après lui.

### Extrait du site internet de Photonis du 7 juillet 2016

The screenshot shows the Photonis website interface. At the top, the company name 'PHOTONIS' is displayed in large white letters on a dark blue background. To the right of the name are navigation links: 'MARKETS', 'PRODUCTS', 'NEWS & EVENTS', 'GROUP', 'CAREERS', and 'CONTACT'. Below the navigation bar, the main content area is divided into several sections. On the left, there is a 'NEWS EVENTS' section with a calendar for July 2016. The calendar shows the dates from 1 to 31, with the 6th and 7th highlighted. Below the calendar is a 'PRODUCT SEARCH' box with the text 'FIND YOUR PRODUCT' and a search icon. To the right of the calendar is a large image of the Juno spacecraft in space, with the text 'PHOTONIS Visits Jupiter on Juno Spacecraft' overlaid. Below the image is a news article titled 'PHOTONIS VISITS JUPITER ON JUNO SPACECRAFT' dated 'Wednesday, July 6, 2016'. The article text discusses the Juno mission and Photonis's role in providing components like the JADE instrument. At the bottom of the article, there are social media icons for Facebook, Twitter, LinkedIn, Google+, and Pinterest, along with a 'back to news & events' link.

L'investissement français dans certaines niches liées à des missions scientifiques ou d'exploration peut aussi permettre de diffuser des innovations dans d'autres domaines que le spatial. C'est en particulier le cas pour **le support-vie des missions habitées** (maîtrise de l'environnement des astronautes : qualité de l'air, eau potable, nourriture, protection contre les radiations, bactériologie), pour lequel les compétences françaises sont au meilleur niveau mondial et qui justifie un investissement national dans les missions scientifiques. L'institut MEDES, à Toulouse, permet ainsi de développer un lien fort entre les vols habités et les innovations dans le domaine de la santé (imagerie osseuse, imagerie dentaire, télé-échographie). D'autres applications sont envisagées dans le domaine de la défense (protection nucléaire, radiologique, bactériologique et chimique, support-vie dans les sous-marins nucléaires, etc.), de l'énergie (maîtrise des



radiations) ou du développement durable (traitement des eaux). Des débouchés commerciaux pourraient même être trouvés pour le tourisme spatial.

L'entretien avec le Président de l'Agence spatiale européenne, Johann Wörner, a permis de préciser l'ambition de son projet du « *Moon village* » (cf. chapitre 4) dont la presse s'est faite régulièrement l'écho depuis le début de l'année 2016. Plus que l'objectif de créer un village lunaire, l'enjeu est de fédérer un certain nombre de projets scientifiques et d'initiatives commerciales, tout en dépassant les limites atteintes de l'exploration (séjour de longue durée sur un autre astre que la Terre, poste avancé et étape pour soutenir l'exploration de Mars ou autres). Tout reste à définir au regard des coûts associés, mais cette proposition ambitieuse ne doit pas être rejetée a priori. Au contraire, elle peut même être également le réceptacle de coopérations internationales avec la Chine, les Etats-Unis ou la Russie. Au sein d'un tel projet, la France doit réfléchir aux axes prioritaires dans lesquels elle souhaite s'inscrire (support-vie ? robotisation ? orbiteurs ?), de la même façon qu'elle doit s'interroger sur son implication future ou non dans l'exploitation de la station spatiale internationale. Une des contreparties essentielles de l'implication de la France dans ces projets doit être la sauvegarde de la possibilité d'envoyer des astronautes français dans l'espace.

Enfin, la France aurait intérêt à porter un projet national significatif dans le domaine de la science ou de l'exploration pour ces quinze prochaines années. Un tel projet serait susceptible d'encourager les vocations scientifiques en misant sur la fierté nationale, sur l'audace et la prise de risques associées, ainsi que sur l'aspect pionnier et inédit de telles missions, à l'image du robot Philae porté par la sonde Rosetta sur la comète Tchouri. Cela s'anticipe : la mission Rosetta a nécessité 30 années de préparation préalables et fera l'objet d'analyses scientifiques pendant de nombreuses années. Le choix d'un tel projet doit être guidé par son intérêt scientifique, dans le domaine de la recherche fondamentale comme technologique, mais aussi par son impact médiatique et l'attractivité qu'il suscitera pour le spatial. La possibilité de faire appel à des sources de financement innovantes ne doit pas être écartée a priori dans le domaine scientifique, comme le montre le projet « Twinkle », financé partiellement par l'Union européenne dans le cadre de son programme Exodata. Ce petit satellite doit être fabriqué par la société britannique SSTL, filiale d'Airbus, en partenariat avec des universités britanniques à partir de composants sur étagère et sera lancé en 2019 pour une durée de vie de 3 à 5 ans environ. Ce programme prévoit que les données captées par « Twinkle » puissent être revendues à divers pays ne disposant pas de capacités spatiales pour leur permettre de travailler à l'identification et l'analyse chimique des exoplanètes. Des recherches de financement participatif au niveau du grand public pourraient également envisagées, si le projet est ambitieux : le Massachusetts Institute of Technology a réussi à récolter par ce biais 125 000\$ auprès de ses anciens élèves en un peu plus d'un mois pour le financement d'une mission orbitale autour de la Lune.

- Maintenir une participation française dans les programmes scientifiques internationaux.
- Identifier un projet scientifique porté par la France pour ces 15 prochaines années.
- Investir dans des niches technologies comme le support-vie où la France est reconnue et où les innovations peuvent diffuser vers d'autres secteurs.

## C - Les nouveaux acteurs, nouvelles technologies et nouveaux usages : petits satellites, constellations, services en orbite

La baisse des coûts et des délais d'accès à l'espace, la miniaturisation de l'électronique et le développement du numérique permettent la viabilité de nouveaux modèles économiques mettant en œuvre des moyens spatiaux. Certains sont basés sur la mise en place de constellations pour profiter de l'effet série (Onweb), d'autres ciblent avant tout des usages dans lesquels le satellite n'est qu'un outil, en particulier dans le domaine de l'observation de la Terre. Ces nouveaux modèles économiques, apportés souvent par des acteurs qui ne viennent pas du spatial, bousculent l'industrie traditionnelle et la poussent à repenser ses méthodes de travail.



L'enjeu pour les industriels est de revoir leurs processus de développement et de fabrication habituels pour rester compétitifs et donc de passer du modèle de conception sur mesure au concept de la série. L'Italie, pour accompagner la mutation de son industrie, a ainsi investi 80M€ sur trois ans dans la conception d'une filière italienne de mini-satellites (100 à 200kg), pour des usages télécoms ou observation. En Allemagne, l'accent est mis sur les composants, avec un soutien public aux PME pour développer des produits dans ce domaine (« Komponenten Initiative »), et un budget - modeste - pour encourager des développements innovants. Ces initiatives nationales ne trouvent malheureusement pas encore de réelle coordination au niveau européen.

#### **Constellation de petits satellites financées sur fonds privés**

	<b>COMSAT</b>	<b>EOSAT</b>
<b>CONSTELLATIONS IN OPERATION IN ORBIT</b>	Iridium (LEO) Globalstar (LEO) Orbcomm (LEO) O3b (MEO)	RapidEye (SSO)
<b>CONSTELLATIONS UNDER DEPLOYMENT</b>		Skybox Imaging (SSO) Planet Labs (LEO)
<b>CONSTELLATIONS IN DEVELOPMENT (2)</b>	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*

Le principe des constellations existe depuis plus longtemps dans le domaine des télécommunications : Iridium (téléphonie par satellite, 66 satellites), Globalstar (téléphonie par satellite, 48 satellites) et Orbcomm (messagerie commerciale, 35 satellites) ont ainsi été initiées dès le début des années 90. L'exemple d'Iridium est symptomatique de l'évolution du marché. Cette constellation n'a pas connu le succès commercial espéré à son lancement et la société a dû déposer le bilan en 1999. Relancée par des investisseurs privés en 2001, elle compte aujourd'hui 800 000 abonnés et prévoit le remplacement de ses satellites avec la génération Iridium Next, tout comme Globalstar et Orbcomm. La baisse des contraintes et des coûts d'accès à l'espace et les perspectives commerciales liées au besoin mondial de connectivité ont en effet relancé ses activités. Pour autant, si les conditions d'une rentabilité économique se sont nettement renforcées, plusieurs contraintes subsistent et devraient limiter le nombre de projets qui seront *in fine* déployés. Ces contraintes sont à la fois réglementaires (accès aux fréquences), opérationnelles (capacité de débit par satellite), techniques (antennes de réception) et commerciales (distribution).

Dans les télécommunications, la filière française a su remettre en cause ses schémas traditionnels. Airbus Defence & Space a ainsi été retenu comme fournisseur des 900 satellites du projet de constellation OneWeb, destiné à la distribution d'accès internet par satellites pour tous les habitants de la planète. L'investissement global nécessaire à la réalisation de ce projet est estimé à plus de 2,5Mds\$ et Airbus Defence & Space, qui a investi 150M€ dans le projet, devra produire jusqu'à deux satellites de 150kg par jour à comparer à la douzaine de satellites de 6T qu'elle produit aujourd'hui par an. Le PIA, qui a financé mi-2015 un projet sur les constellations au profit d'équipementiers, a ainsi directement contribué au succès de SODERN, société française de 350 personnes, retenue par Airbus Oneweb pour fournir 1800 viseurs d'étoiles. Dans le cas de SODERN, le défi est ambitieux puisqu'il s'agit de passer d'une dizaine à deux mille viseurs d'étoiles, avec un coût divisé par 100 ! Une visite et des entretiens nous ont montré à quel point ce type de marché modifiait

en profondeur et améliorerait la compétitivité de l'entreprise : conversion au « *lean management* », acculturation à un monde et des références nouvelles, formations associées du personnel, acquisition d'une culture de prise de risques et d'innovation de rupture... la motivation s'en trouve décuplée et ces marchés d'une nature tout à fait nouvelle bénéficient clairement à l'emploi et à la compétitivité !

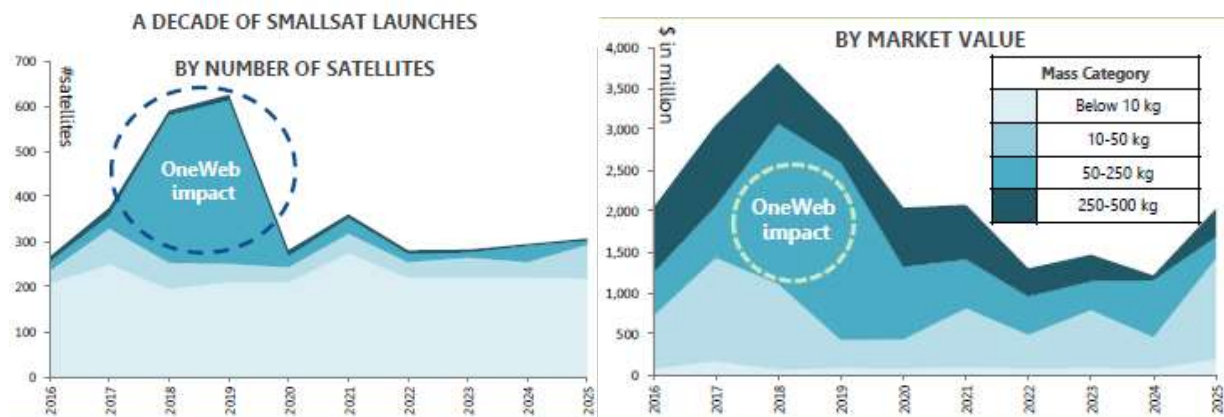
Ces constellations peuvent aussi permettre à de nouveaux acteurs de rentrer sur le marché spatial : c'est le cas par exemple de l'entreprise Teledyne UK, aux compétences issues des télécommunications terrestres, sélectionnée pour le projet Oneweb malgré des propositions concurrentes d'acteurs déjà confirmés du domaine. Thales Alenia Space est de son côté présent sur d'autres constellations de télécommunications : Globalstar, Iridium et O3b, dont les enjeux sont aussi considérables (81 satellites Iridium Next commandés en 2010 pour 2,1Md\$, 6 satellites Globalstar commandés en 2012 pour 150M€, 8 satellites O3b commandés en 2015 pour 460M€). Initialement créée pour donner à trois milliards d'individus l'accès à internet, en Afrique, en Amérique latine ou en Asie, la constellation O3b (12 satellites aujourd'hui en orbite moyenne, avec une volonté d'aller jusqu'à 20 satellites) a finalement trouvé son marché dans le domaine des entreprises. La rentabilité qu'elle a obtenue avec seulement 42 clients lui permet aujourd'hui d'envisager de déployer une nouvelle génération de 16 satellites (commande estimée à plusieurs centaines de millions d'euros, avec une décision attendue en 2016). Thales Alenia Space travaille également avec LEOSAT à la conception d'un projet de constellation d'au moins 78 satellites en orbite basse : pour un coût d'investissement estimé à au moins 2,5Mds\$, LEOSAT apportera des services internet haut débit sur l'ensemble du globe mais concentrerait ses ventes sur quelques marchés ciblés comme la mobilité maritime, l'exploration gazière et pétrolière ou les cœurs de réseaux télécom.

Pour l'observation de la Terre, les projets de constellations de satellites sont dominés par l'initiative de l'Américain Planetlabs. Cette société, créée en 2010, a racheté en 2015 la société allemande Blackridge, qui détenait une petite constellation Rapideye (5 satellites de 5m de résolution, conçus par SSL/MDA et produits par le Britannique SSTL). Elle déclare aujourd'hui avoir fabriqué et lancé plus de 100 nanosatellites (cubesats 3U de 3 à 5m de résolution) dont plusieurs dizaines seraient toujours fonctionnels pour une centaine de clients dans le domaine de la cartographie, de l'urbanisation et de l'agriculture. Les performances obtenues (résolution de moins de 5m, avec une période de revisite courte) sont finalement très complémentaires des systèmes traditionnels et Planetlab est un exemple des nouveaux modèles économiques dont le retour sur investissement est envisageable. La société a ainsi pu lever près de 183M\$ de fonds d'investissement privés entre 2010 et 2015. Via sa société Terra Bella (ex Skybox Imaging), Google s'est aussi investi dans ce domaine depuis 2014 : il dispose aujourd'hui de 2 satellites et envisage de déployer avant fin 2017 jusqu'à 21 satellites d'observation de 120kg chacun, fabriqués par Loral/MDA, pour commercialiser des images à moins d'un mètre de résolution, et surtout les services associés permettant d'augmenter leur valeur ajoutée. Si les industriels français sont très présents dans le marché des constellations de télécommunications, ils sont encore trop absents des constellations de petits satellites dédiés à l'observation de la Terre, que ce soit sur les plateformes ou sur les instruments, malgré la grande expertise dont ils disposent dans ces domaines par ailleurs. Il s'agit donc d'une niche à creuser pour développer la filière avale et les emplois associés. Depuis 2014, cependant, la société Nexeya a développé une plate-forme commune avec le CNES, « Angels » pour concevoir des solutions techniques permettant la réalisation de nano et micro-satellites, une activité en pleine croissance pour les satellites de moins de 50 kgs et pour des solutions assurant une meilleure couverture satellitaire pour les balises Argos. La société emploie aujourd'hui plus de 1000 personnes à Toulouse et en région parisienne. De telles initiatives méritent d'être amplifiées.

- Soutenir la filière française au travers d'un programme de compétitivité pour le renouvellement des constellations télécoms ;
- Prévoir des programmes de R&T nationaux pour investir dans la miniaturisation des charges utiles, en particulier pour l'observation de la Terre, et dans l'augmentation des cadences industrielles ;

De manière générale, la France est cependant encore en retard dans le domaine des nanosatellites, là où les Américains et les Britanniques (Clyde Space), voire les néerlandais (ISIS) ou les Danois (Gomspace), ont une position déjà dominante. La taille de ce marché paraît aujourd'hui anecdotique, mais il est en très forte croissance. Il devrait aussi intéresser l'Etat comme utilisateur et prescripteur (« early adopter ») et permettre ainsi à des start-ups de se développer dans les usages.

### Prévisions d'évolution du marché des petits satellites (en nombre et en valeur)



*Source : Euroconsult*

Nexeya est une entreprise toulousaine de taille intermédiaire, avec 1000 salariés, présente notamment dans le domaine spatial (20M€ de chiffre d'affaires) depuis plus de 20 ans comme sous-traitant d'Airbus Defence & Space et de Thales Alenia Space. Son métier dans le spatial consiste à concevoir et produire des dispositifs pour les sous-ensembles électriques et mécaniques des satellites. Elle est présente dans les constellations d'Iridium et de Globalstar en sous-traitance de Thales Alenia Space, et espère trouver une place dans la constellation OneWeb. Lors des entretiens réalisés pendant la mission, son Président a affirmé clairement son ambition de créer une filière industrielle française de nanosatellites en se démarquant de la concurrence par la fiabilité des nanosatellites produits. Un prototype a déjà été développé. Cette initiative est une opportunité pour la France, qu'il convient d'encourager avec davantage de volontarisme et de célérité. Le projet ELISE, dont 2,3M€ sur les 5,5M€ du projet total ont été financés par le Fonds Unique Interministériel permet à un consortium mené par Nexeya de concevoir une architecture de nanosatellites multi-missions. Pour que la démarche aboutisse, il manque désormais les projets permettant à Nexeya d'aller jusqu'à l'intégration de charges utiles et la démonstration en orbite de son savoir-faire. Cette référence domestique est la condition de son développement commercial à l'international. L'investissement nécessaire à la réalisation de ce démonstrateur est d'environ 3M€. Plusieurs projets sont envisagés au niveau national : l'installation de balises Argos avec CLS et la participation à des projets de start-ups comme Earth<sup>3</sup>, des partenariats avec des centres spatiaux universitaires, etc. La puissance publique doit s'impliquer pour développer cette filière, par exemple en se positionnant comme client de services intéressant la défense, la recherche et le CNES. Depuis 2014, il est intéressant de noter que la société Nexeya a développé une plate-forme commune avec le CNES, « Angels » pour concevoir des solutions techniques innovantes pour rattraper le retard français dans ce domaine et conforter une filière très porteuse.

Comme l'a souligné Earth<sup>3</sup> pendant la mission, les programmes de démonstration en orbite (cf. chapitre 4) sont des opportunités de développer très rapidement à la fois la filière de conception et de production des nanosatellites et les fournisseurs de services. Le CNES pourrait jouer encore davantage son rôle de

levier institutionnel en s'inspirant des initiatives mises en place au Royaume-Uni, à l'ESA ou à la NASA dans ce domaine. Le Royaume-Uni a déjà mis en place un programme de ce type via sa structure d'innovation Catapult (cf. chapitre 2) à Harwell, qui offrira 4 cubesats, avec les lancements correspondants d'ici la fin 2017, après un appel à idées. Le budget d'1,5M£ couvre la commande des cubesats auprès de l'Écossais Clyde Space, leur lancement sur ISS via la société américaine Nanoracks et la modernisation des moyens sols spécifiques au Royaume-Uni. De son côté, la NASA a mis en place un challenge (Cube Quest Challenge), doté de 5M\$, pour financer des équipes proposant des opérations avancées autour de la Lune avec des petits satellites. La NASA utilise aussi ces nanosatellites pour démontrer de nouvelles technologies, comme par exemple la capacité de deux nanosatellites de 5 kg à coordonner leurs trajectoires en orbite pour *in fine* s'amarrer l'un à l'autre, ce qui pourrait préfigurer des applications futures de services en orbite (voir plus loin). Une visite réalisée par le Groupe Parlementaire de l'Espace aux Etats-Unis en juillet 2015 a permis de constater le développement de start-ups, souvent issues de la NASA, toute proche, dédiées aux nano-satellites ou « cubesats » pour des applications environnementales, agricoles, d'aménagement du territoire...

Comment rattraper le retard de la France dans ce domaine ? L'initiative de Nexeya pour la fabrication de nano-satellites, si elle mérite d'être davantage encouragée et accompagnée, n'est cependant pas suffisante. Pour se développer, les acteurs souhaitant mettre en œuvre des nano-satellites doivent aussi s'appuyer sur des services de lancement spécifiques et sur des segments sol. Arianespace ne souhaite pas s'engager spécifiquement dans le service de lancements de nanosatellites et ce sont aujourd'hui les agences (CNES, ESA) qui soutiennent les initiatives d'universités ou de start-ups. De ce point de vue les centres spatiaux universitaires, aujourd'hui au nombre de 5 (Toulouse, Bretagne, Ile de France, Montpellier et Grenoble) et qui s'inscrivent pour 4 d'entre eux dans les territoires où des « boosters » ont été décidés par le co-space et suivis par le Gifas, jouent un rôle amont de prescription auprès des futurs techniciens, ingénieurs, chercheurs, informaticiens en formant des étudiants à la fois à des connaissances universitaires sur le spatial mais aussi à la conduite de projets et à des travaux pratiques en lien avec des industriels leur ouvrant leur plate-forme comme leur expertise dans le domaine du spatial : la conception de tout ou partie de nano-satellites ou cubesats (de 1 à 10 kgs) s'apprend ainsi dès la formation universitaire, avec l'esprit entrepreneurial, créatif et la prise de risques associés.

Pour se développer, l'écosystème des nanosatellites prévoit aussi la mutualisation des segments sol, avec les économies induites par la standardisation des équipements. De fait, quelques acteurs américains (Kratos, Space Flight Services) sont déjà présents sur ce secteur et Leaf space (Italie) paraît à ce jour le mieux placé pour fédérer une filière au niveau européen. Le lancement par le CNES au Toulouse Space Show en juin 2016 d'un « club nano » est une première étape permettant de mieux connaître les acteurs français du domaine, qui avancent aujourd'hui en ordre dispersé. Pour pouvoir structurer la filière, cette initiative doit maintenant être soutenue financièrement et se traduire par des projets concrets à lancer avant 2017. Elle doit aussi identifier les capacités qui font aujourd'hui défaut : service de lancement, accès aux positions orbitales, segment sol, tout en encourageant les initiatives au niveau européen.

- Développer l'écosystème français des nanosatellites via le financement d'appels à projets réguliers et de R&T sur la miniaturisation des équipements.
- Susciter au niveau européen la mutualisation de moyens communs pour soutenir l'émergence de projets s'appuyant sur les nanosatellites.

S'il ne s'agit pas strictosensu de systèmes spatiaux, la question des pseudosatellites – ou pseudolites - ces plates-formes volant à des altitudes en général voisines de 20km, doit être considérée par les acteurs spatiaux en raison de leur complémentarité avec les satellites, à la fois dans certaines technologies (batteries solaires, charges utiles) et dans les usages. Parmi les projets les plus médiatisés, on peut citer le Stratobus de Thales Alenia Space, financé grâce au PIA à hauteur de 17M€, le Zéphyr d'Airbus Defence & Space et

les ballons Loon de Google, projet auquel le CNES a contribué. Ces moyens pourront offrir des capacités locales et permanentes pour l'observation de la Terre et les télécommunications et seront utiles pour compenser des défaillances locales, par exemple en cas de perte d'un réseau de communications après une catastrophe naturelle. Ils offrent finalement une capacité intermédiaire entre les satellites en orbite, qui peuvent eux balayer l'ensemble de la Terre, et les drones, disposant d'une capacité d'observation au plus près du terrain mais avec une autonomie moindre.

Les services en orbite sont une nouvelle activité spatiale qui pourrait aboutir dans quelques années par la conjugaison des progrès technologiques et l'émergence de nouveaux besoins. Les usages que l'on peut imaginer à ce jour concernent le remplacement de charges utiles ou le remplissage de carburant dans les satellites géostationnaires (besoins exprimés clairement par l'opérateur SES lors de la mission) et le changement d'orbite d'objets spatiaux permettant aussi la désorbitation de débris. Indirectement, ce domaine pourrait se développer dans le cadre de l'exploration martienne ou de l'exploitation de minéraux spatiaux ainsi que dans le domaine de la défense. Un certain nombre de verrous technologiques restent à lever, concernant les rendez-vous en orbite collaboratifs ou non, l'automatisation, le développement d'une infrastructure logistique et d'un remorqueur spatial, etc. Si des usages commerciaux peuvent être envisagés, ces développements technologiques risqués ne pourront être initiés que grâce à des investissements publics ou institutionnels.

- Afin de répondre à l'émergence des besoins étatiques et commerciaux liés aux services en orbite, prévoir le financement des briques technologiques et d'un démonstrateur en orbite avant 2025.

## D - Les segments sol

Les segments sol sont parfois négligés dans leur apport aux systèmes spatiaux, alors qu'ils sont incontournables : ce sujet a d'ailleurs été ignoré ou survolé lors de la plupart des auditions conduites dans le cadre de ce rapport. Les segments sol comptent pourtant de plus en plus dans la compétitivité de l'offre française en raison de leur complexité et coût croissants mais aussi à cause des optimisations nécessaires avec les systèmes orbitaux dans la conception d'un système complet.

Dans le domaine des télécommunications, la flexibilité accrue des satellites offre davantage de possibilités aux opérateurs et renforce l'importance des segments sol permettant de suivre, piloter et reconfigurer ces satellites pour adapter les qualités des services vendus. Ils permettent d'optimiser à chaque instant les revenus économiques associés. C'est l'objet du développement par Thales Alenia Space, dans le cadre du PIA, de son produit « Space Gate 5 ». D'autres acteurs français comme GE Satellite Tracking Systems ou Actia disposent de compétences dans ce domaine et les acteurs français devront chercher à consolider leur offre pour être compétitifs face au leader américain du marché, GD Satcoms. Pour les constellations en orbites basses ou moyennes, la performance du système et son coût sont aussi déterminés par l'implantation et le nombre des segments sols qui permettent l'interconnexion avec des réseaux terrestres (9 stations sol pour 12 à 20 satellites 03b).

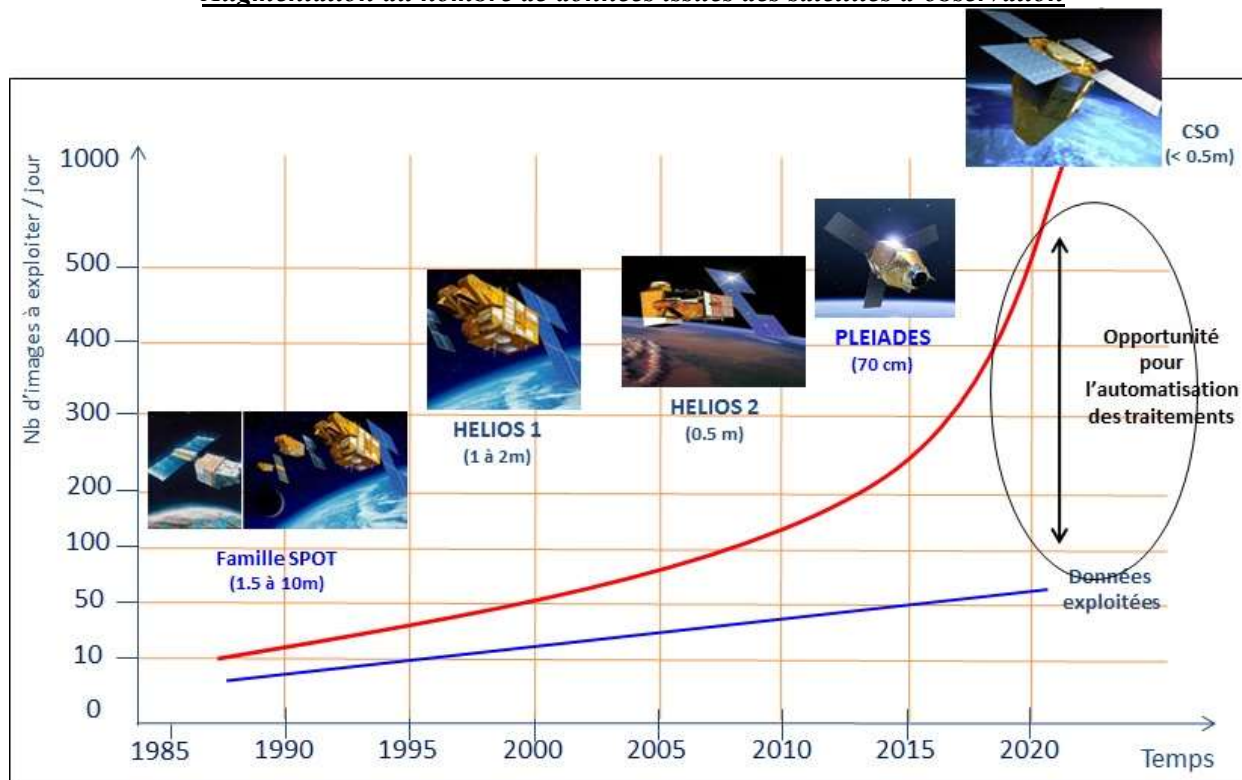
- Maintenir les efforts initiés par le PIA pour faire émerger une solution française de référence pour le segment sol de mission des systèmes satellitaires de télécommunications très haut débit.

En particulier, l'absence de liaisons inter-satellites dans la constellation contraint chaque satellite en défilement à réémettre vers le sol les éléments reçus : soit les territoires ciblés doivent être couverts de stations sol capables de suivre ces satellites, ce qui limite les possibilités sur l'océan ou les zones peu accessibles, soit les données sont stockées par le satellite et ne peuvent être retransmises qu'après plusieurs heures, comme le prévoit la constellation russe Gonets. Dans le domaine de l'observation, l'afflux de données captées par les satellites renforce les contraintes techniques de stockage et de traitement des



informations et déplace les enjeux commerciaux du satellite vers le segment sol où se crée une grande part de la valeur ajoutée. Dans le domaine de la navigation, le segment sol permet d'améliorer les performances du système, via des recalages complémentaires : en Europe, il s'agit du système EGNOS, opérationnel depuis 2009 pour le GPS et prévu pour Galileo, qui dispose de 34 stations terrestres et d'une composante satellitaire additionnelle.

### Augmentation du nombre de données issues des satellites d'observation



Source : Ministère de la Défense

Le segment sol « utilisateur » est l'élément clé pour l'utilisation et le déploiement d'un système satellitaire, quel qu'il soit. Dans le domaine des télécommunications, c'est surtout à court terme un enjeu économique : le kit d'installation (antenne, tête d'émission/réception, modem, ...) coûte aujourd'hui plus de 400€, et l'objectif dans le cadre de la solution « *Space fiber* » est de réduire ce coût à 100€ environ pour le rendre acceptable, ce qui suppose de grands volumes. Dans le plan « très haut débit », le segment utilisateur est subventionné par l'Etat et les collectivités pour rendre la solution plus accessible au grand public. Pour les constellations en orbite basse, l'enjeu est aussi technique, avec la nécessité de disposer d'antennes à balayage pour pouvoir suivre les satellites en défilement, plus complexes techniquement. Elles sont aujourd'hui peu répandues et plus coûteuses. A moyen terme, le maintien de la connectivité dans les mobilités, par exemple pour la voiture connectée, nécessite sans doute de faire émerger de nouvelles solutions technologiques améliorant l'ergonomie et le poids du segment sol pour faciliter son intégration<sup>6</sup>. En dehors du développement spécifique de la puce électronique ASTRAGAN, réalisée dans le cadre du PIA par le CNES et la société franco-italienne ST Microelectronics, en partenariat avec Thales Alenia Space et CEA Tech, aucun acteur français ne semble s'imposer sur le segment sol utilisateur dans le domaine des télécommunications. Les enjeux identifiés par les acteurs du CoSpace sont pourtant considérables (500M€ de chiffre d'affaires associé au seul plan très haut débit français), ainsi que les perspectives de développement de marché liées à la mobilité. A titre d'exemple, la société américaine Kymeta, créée en 2011, qui conçoit et produit des antennes plates pour échanger avec des satellites de toutes orbites, a réussi

<sup>6</sup> Des solutions de communications « on the move » existent dans le domaine militaire, à partir d'antennes mécaniques.



à se développer très rapidement et a annoncé en janvier 2016 avoir levé 62M\$ lors d'un tour de table auquel a pris part Bill Gates, après avoir déjà levé 50M\$ en 2013. En Europe, seule la société belge Newtec paraît susceptible de concurrencer les leaders américains du secteur, dont certains, comme le leader mondial Viasat, se lancent désormais dans un rôle d'opérateur et de fabricant de satellites, en envisageant de rendre leurs systèmes totalement propriétaires.

- **Faire émerger au niveau européen une solution économique et ouverte pour les segments sol utilisateur dans le domaine des télécommunications très haut débit.**

Le programme Galileo a été lancé par la Commission Européenne pour limiter la dépendance européenne au système américain GPS. Dans ce domaine de la navigation, l'enjeu du segment sol est de convaincre les intégrateurs (fabricants de voitures, opérateurs de transport ferroviaire, etc.) d'utiliser ce service en même temps que celui du GPS, voire du système russe Glonass. Les promesses d'une meilleure performance sont là ainsi que la résilience engendrée par la redondance des systèmes : mais les débuts difficiles de Galileo pèsent encore sur son image qui peine à séduire les industriels et le grand public. Il faut donc redoubler d'efforts de communication grand public pour améliorer la perception d'un système de géolocalisation réellement prometteur. Ce constat avait déjà été fait par la Cour des comptes dans un courrier adressé au Premier Ministre Manuel Valls le 19 octobre 2015 : « Pour beaucoup de parties prenantes, les résultats actuels apparaissent néanmoins insuffisants et justifieraient des approches marketing plus développées. En témoigne, par exemple, la faible utilisation actuelle d'EGNOS pour les applications autres que l'aviation civile (comme l'agriculture ou le transport terrestre), alors même que le service ouvert d'EGNOS est disponible depuis 2009 ». La commission européenne doit donc, **via l'agence GSA**, aujourd'hui présidée par le Président du CNES, **chercher à rassurer et convaincre les intégrateurs de l'intérêt d'utiliser Galileo**. L'annonce faite par la société Qualcomm en juin 2016 d'intégrer la constellation européenne dans tous ses produits de téléphonie mobile, est le résultat de longues discussions avec la Commission Européenne. Dans d'autres cas, il faudra prévoir de l'imposer par la réglementation, comme l'envisage la Commissaire européenne Bienkowska, par exemple pour les réseaux critiques d'infrastructure liés à la sécurité. Elle se heurte toutefois aux hésitations de la commission européenne, dont certaines Directions Générales, notamment la DG concurrence (DG Competition), sont totalement soumises à une doxa libérale de laissez-faire « la main invisible » du marché, que d'ailleurs aucune autre grande nation ou groupe de nations développés, fussent-ils libéraux (Etats-Unis, Corée, Japon...) - ne respectent, leur priorité étant, à juste titre, la protection de leurs emplois et la promotion de leurs produits. Dans le domaine spatial, comme dans tous les secteurs stratégiques, la réalité est celle d'un marché où la concurrence n'est pas équitable, les Américains et les Russes n'hésitant pas à imposer leurs solutions nationales, par exemple pour les avions traversant leurs espaces aériens respectifs. La commande publique européenne doit aussi être un moyen de développement de l'usage de cette constellation, en imposant par exemple la compatibilité avec Galileo dans les cahiers des charges des appels d'offres émis par les pays membres ou la Commission européenne. En France, le Ministère de la Défense doit prendre à la fin de l'année 2016 des orientations pour l'avenir du programme Omega portant sur l'usage de Galileo dans les systèmes d'armes français.

- **Encourager l'utilisation de Galileo dans les commandes publiques en Europe.**
- **Soutenir la réglementation au niveau européen pour imposer le système Galileo pour les infrastructures critiques et dans les secteurs où les systèmes concurrents GPS et Glonass imposent leur standard.**

Pour l'observation de la Terre, le segment sol « utilisateur » couvre à la fois la commande en amont de nouvelles prises d'images (*tasking*), qui peut agréger les demandes de plusieurs utilisateurs, et l'accès à ces images une fois qu'elles ont été prises et transmises par le satellite. Ce dernier point est au cœur des difficultés du programme européen Copernicus qui s'est trop longtemps focalisé sur les capacités des

satellites Sentinel en délaissant les enjeux liés à l'accès aux images. Tant et si bien que les données de Copernicus, accessibles gratuitement et par tous via un portail de l'ESA ou d'autres portails nationaux, sont jugées difficilement exploitables en l'état par bon nombre de start-ups rencontrées pendant la mission. Les premiers utilisateurs de ces données sont aujourd'hui Amazon et Google, qui disposent des infrastructures nécessaires pour les exploiter et les revendre avec une plus-value. Ce sont donc les GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft) qui utilisent à plus de 90 %, en les valorisant commercialement, les données d'un programme de plus de 10 milliards d'euros financé à 100 % par les états –membres de la commission européenne. C'est ce constat qui a conduit la Cour des comptes, dans un référé du 28 avril 2016, à envisager la fin de la gratuité et de l'ouverture des données : « il est crucial que Copernicus serve en premier lieu le secteur aval européen et ses différentes communautés d'utilisateurs, par une adaptation constante et réactive de la production des données et informations à l'évolution de leurs besoins. Dans le cas contraire, une révision de la politique de diffusion libre et gratuite de ces données devrait s'imposer. ».

La France a réagi dès 2015, à la suite d'une décision du CoSpace, en créant la plateforme PEPS destinée à rechercher, sélectionner et télécharger les données issues des satellites Sentinel. Le PIA, de son côté, a financé le projet SparkInData (cf. chapitre 2), une plate-forme facilitant l'accès aux données des programmes européens pour les PME-PMI et les start-ups européennes. Pour la France et pour l'Europe, l'enjeu consiste à tirer profit du potentiel économique lié à l'exploitation des données grâce à l'utilisation des nouvelles technologies du numérique exploitant le stockage et le calcul à distance des métadonnées – *cloud computing et big data* – et à structurer un nouvel écosystème autour des données de géo-information, des producteurs aux utilisateurs. La France doit capitaliser sur les projets que la puissance publique a déjà soutenus dans ce domaine, tels les boosters mis en place par le CoSpace, l>IDEX Geosud et Théia ou SparkInData pour faire émerger des champions nationaux. Une forme de soutien, au-delà du soutien financier déjà apporté par l'Etat, pourrait être la généralisation du recours à ces plates-formes pour l'ensemble des données publiques d'intérêt général, dans la dynamique initiée par la loi « Pour une République numérique ». Encore faut-il pour cela améliorer la connaissance par les décideurs politiques nationaux et européens du potentiel du spatial et de ses applications aval créatrices de valeur, d'emplois et de progrès. La culture du spatial reste largement à développer et l'ESA et la commission européenne tout comme les agences nationales ont un rôle décisif à jouer dans ce domaine tout comme les organismes et équipements de culture scientifique et technique et de médiation culturelle.

La Commission européenne est consciente de l'effort qui doit être fait dans ce domaine pour le reste de l'Europe et elle a initié des consultations pour faire réaliser des plateformes comparables à PEPS et SparkInData (*Copernicus integrated ground segment*). Elle semble encore hésiter entre plusieurs modèles économiques. Les audits tant du CNES, que des SSII, start-ups et PME concernées amènent à préférer une solution s'appuyant sur une société de services. Pour développer un marché européen et, singulièrement français, il nous paraît vertueux de rendre les données réellement accessibles et utiles, en confiant cette tâche à une SSII dont c'est le métier, plutôt que de développer des moyens et logiciels en interne à la Commission européenne. Le contexte concurrentiel, l'avance des GAFAM et le potentiel du marché obligent à l'efficacité, à la rapidité et à l'agilité.

➤ Pousser l'Union Européenne pour que les appels d'offres concernant le traitement des données Copernicus s'appuient sur des solutions existantes, éprouvées et ouvertes.

Les segments sol doivent aussi être envisagés comme un moyen de répondre au besoin croissant d'intégration des données spatiales avec d'autres sources, qu'il s'agisse de connectivité, d'observation ou de localisation. Dans les télécommunications, le consortium HbbTV, né en 2009 de la fusion d'un projet français (H4V) et d'un projet allemand (German HTML profil), promeut ainsi une plus grande interconnexion entre le spatial et le terrestre, via des services de télévision hybridés dans une interface commune. Dans l'observation de la Terre, la complémentarité des capteurs, entre résolution et couverture

globale, permet d'envisager des applications variées : l'institut national de l'information géographique et forestière (IGN) diffuse sur son portail des données pouvant provenir soit de l'observation satellitaire, soit de prises de vues aériennes. C'est aussi l'intérêt de la solution « SparkInData », suffisamment ouverte pour pouvoir intégrer différents types de données (données du BRGM, données fournies par objets connectés pour croiser l'information satellitaire dans le domaine de l'agriculture, etc.). Dans le domaine de la localisation et de la navigation, diverses possibilités viennent compenser l'absence temporaire ou incomplète de signal satellitaire, via l'utilisation de senseurs inertiels, de pseudo-satellites, voire d'objets connectés. A tous points de vue, les segments sol sont donc au cœur de l'ouverture du spatial vers d'autres domaines, que ce soit en amont (capteurs, données) ou en aval (services, utilisateurs). Le renforcement de la filière spatiale française passe donc par des développements de l'industrie française ou, à défaut, européenne dans ce domaine au potentiel de développement très élevé.

## E - Synthèse

La fabrication de satellites est aujourd'hui le domaine spatial qui offre le plus fort effet de levier entre les investissements étatiques et les emplois. Ces investissements permettent en effet à l'industrie d'accéder aux marchés commerciaux, en particulier dans le domaine des télécommunications, ou institutionnels, en Europe ou à l'export (observation, communications sécurisées...). Pour autant, ces marchés sont aussi très concurrentiels, avec une dynamique très forte des américains et des asiatiques, très soutenus par leurs états respectifs, ce qui limite les marges des industriels du secteur et leurs capacités à autofinancer la R&T nécessaire au maintien de leur compétitivité. Les succès de l'année 2015 sont en particulier le fruit des investissements réalisés par le PIA sur la propulsion électrique. Si la France veut conserver sa position enviable dans ce secteur à une échéance de 10 à 20 ans, elle doit poursuivre et amplifier ses investissements, en choisissant ceux dont l'effet levier est incontestable pour le développement des acteurs industriels et start-ups qui en bénéficieront pour développer leur marché européen et international. C'est ce que font les pays voisins, comme l'Allemagne et le Royaume-Uni, c'est ce que font à une échelle encore plus grande les Etats-Unis ou la Chine, mais aussi des pays comme Israël, l'Inde, le Japon, la Corée du Sud, le Brésil...

Car si la situation actuelle des deux maîtres d'œuvre français, Airbus Defence & Space et Thales Alenia Space, paraît encore favorable, avec des prises de commandes exceptionnelles en 2015, une croissance confirmée du chiffre d'affaires et l'annonce de plus d'un millier de créations d'emplois en 2016, l'avenir est très incertain pour la filière française à partir de 2018, pour les lanceurs (fin d'Ariane 5 difficile en attendant Ariane 6) comme pour les satellites. D'abord, parce que la France est le pays d'Europe qui a accepté le plus grand effort financier pour le développement d'Ariane 6 (52 % des 3Mds€ nécessaires d'ici 2020), ce qui réduit durablement ses capacités de financement de R&T pour les satellites. Ensuite, parce que la politique industrielle de l'ESA privilégie aujourd'hui le principe du retour géographique aux trois autres critères définis dans sa Convention (efficacité économique, renforcement de la compétitivité internationale, recherche de compétitions ouvertes). Ce constat, associé à la faible capacité de la France de contribuer financièrement dans le domaine des satellites, fragilise les compétences françaises et pousse à la création de nouvelles compétences dans les pays contribuant moins aux lanceurs comme le Royaume-Uni (aucune participation à Ariane 6) ou l'Allemagne (23,5 % de participation à Ariane 6). Les conséquences industrielles du retour géographique appliqué par l'ESA sont soit le rattrapage d'acteurs jusque-là moins développés (OHB) au détriment des champions européens, soit l'intégration verticale poussée d'ADS et dans une moindre mesure de TAS, via des acquisitions dans les pays où les investissements sont les plus forts. Enfin, la concurrence que se livrent TAS et ADS oblige la puissance publique française à systématiquement rechercher une équité de traitement entre les deux groupes, ce qui conduit à un certain nombre d'inefficacités (duplication d'investissements R&T, doubles productions pour les sous-traitants, plateformes hétérogènes pour le programme COMSAT NG...). Par ailleurs les nouveaux modèles économiques proposés par le développement des constellations de satellites, les micro, nano et même pico-satellites, restant incertains, la demande mondiale dans le domaine des satellites risque de connaître un

ralentissement, dans l'attente de la « preuve de ces nouveaux concepts ». Les partenariats public-privé vont se développer dans ces nouveaux domaines et nécessiteront un ajustement et une adaptation des agences et des organismes institutionnels dans la répartition entre ce qui relève du secteur public et du secteur privé, en évitant les redondances et en favorisant une coopération précisant les missions de chacun et optimisant les coûts.

D'ici 10 ans, le développement des segments sol devrait lui aussi présenter un fort effet de levier, grâce au développement des applications en aval des systèmes satellitaires qu'il permettra. Ce sujet, trop souvent passé sous silence, doit désormais être mieux pris en compte dans les feuilles de route liées à l'espace.

L'enjeu pour la France est donc, d'une part de rééquilibrer les dépenses entre les lanceurs et les systèmes de satellites en déployant des moyens nouveaux pour les satellites et les segments sol, et, d'autre part, d'inciter fortement l'ESA à revoir ses règles d'attribution des marchés (retour géographique) pour en limiter les conséquences dommageables, qui faussent la compétition entre les maîtres d'œuvre et les incitent à la verticalisation. Par ailleurs, le développement des technologies clés, s'il reste indispensable, n'est pas suffisant en soi : le renforcement de la puissance et de la compétitivité de la filière spatiale française passe aussi par le développement de la chaîne aval, au contact du marché et des besoins, dont les usages tireront les commandes technologiques.

Cette transformation du domaine spatial, qui interroge l'Etat d'une façon nouvelle, en tant qu'utilisateur, doit être saisie par lui et accompagnée, encouragée et accélérée par l'ensemble des acteurs publics comme privés. Cela demande un portage, une stratégie et un engagement puissant des décideurs politiques, institutionnels comme privés, dans une stratégie nationale claire, partagée, partenariale, nécessairement européenne, ouverte au monde et aux enjeux auquel il doit faire face. Un défi formidable et stimulant dans lequel la France, grâce à ses atouts, à son expertise, a toute sa place.