



ASSEMBLEE PARLEMENTAIRE DE L'OTAN

COMMISSION DE L'ÉCONOMIE ET DE LA SÉCURITÉ (ESC)

Sous-commission sur les relations
économiques transatlantiques
(ESCTER)

RAPPORT DE MISSION*

Paris, Toulouse, France

3 – 5 octobre 2018

228 ESCTER 18 F | Original : anglais | 24 octobre 2018

* Ce rapport de mission est présenté uniquement à titre d'information et ne reflète pas nécessairement le point de vue officiel de l'Assemblée. Il a été établi par Paul Cook, directeur de la commission de l'économie et de la sécurité.

I. RÉSUMÉ ANALYTIQUE

1. Le monde de l'espace, en évolution rapide, ouvre de nouvelles perspectives qui vont transformer l'économie mondiale. Protagoniste de premier plan de l'industrie spatiale, la France entraîne un mouvement collectif européen visant à organiser ces marchés et à en tirer des bénéfices. Mais dans ce domaine, les acteurs et les enjeux commerciaux se multiplient. En outre, l'économie planétaire dépend de plus en plus de systèmes numériques ou de communication fondés sur des technologies spatiales. C'est pourquoi ce secteur souvent dénommé le « *Nouvel âge spatial* » risque de se transformer en terrain de rivalités stratégiques et militaires.

2. Là est l'essentiel du message qu'une délégation de représentants de l'Assemblée parlementaire de l'OTAN a rapporté de son séjour à Paris et à Toulouse du 3 au 5 octobre 2018.

3. Jean-Paul Granier, de la direction générale de l'armement en France, a indiqué à la délégation que l'espace était un élément essentiel de la doctrine militaire française, mais que les pays occidentaux devaient désormais adapter leurs stratégies au « phénomène du *New Space* ». Par exemple, compte tenu des technologies antisatellites que déploient aujourd'hui des États rivaux, il faut, pour assurer la pérennité des satellites, augmenter leurs capacités de surveillance et d'antibrouillage. La connaissance de la situation est indispensable non seulement pour parer aux agressions de pays rivaux, mais aussi pour traiter le problème croissant des débris que l'activité humaine engendre dans l'espace.

4. Par ailleurs, la maîtrise de l'espace procure d'importants bénéfices terrestres. Toulouse, aujourd'hui au cœur de l'industrie spatiale française et même européenne, jouit d'une économie florissante. Son maire, Jean-Luc Moudenc, également président de Toulouse Métropole, a déclaré à la délégation que sa ville est depuis toujours à l'avant-garde de l'aérospatiale : pendant la première guerre mondiale, l'aviation française y prenait son envol. Depuis, Toulouse est le moteur de l'aviation et de l'industrie spatiale française. Dans ce centre technologique d'envergure internationale, des partenariats commerciaux se nouent aujourd'hui avec le monde entier.

5. Toulouse et sa région abritent une myriade de sociétés d'ingénierie et d'organismes de recherche aérospatiale, notamment Airbus, le Centre national d'études spatiales (CNES) et un réseau universitaire œuvrant en étroit partenariat avec ces organisations. Selon Jean-Luc Moudenc, il en résulte un cercle vertueux dans lequel les recherches fondamentale et appliquée produisent des connaissances et des techniques aux considérables retombées commerciales et stratégiques. La croissance rapide du secteur aérospatial se traduit dans la région par un essor de l'innovation et de l'économie. Les progrès de l'aviation, de la construction de satellites et d'une foule d'autres secteurs auxiliaires ou dérivés de ces industries y créent des milliers d'emplois.

6. La délégation, composée de 11 membres de la sous-commission sur les relations économiques transatlantiques de l'Assemblée parlementaire de l'OTAN, avait à sa tête deux de ses vice-présidents : Jean-Luc Reitzer (France) et Christian Tybring-Gjedde (Norvège). Jean-Marie Bockel, sénateur français, a accueilli le groupe de parlementaires et a contribué à l'organisation du séjour, comprenant notamment la visite d'*Airbus Defence and Space*, du CNES et de *Thales Alenia Space* à Toulouse, ainsi que des services de lancement d'Arianespace aux Mureaux, près de Paris.

7. Le sénateur Bockel, rapporteur de la commission de l'économie et de la sécurité de l'AP-OTAN, révisé actuellement un projet de rapport sur l'avenir de l'industrie spatiale, qui sera présenté pour adoption lors de la session annuelle de l'Assemblée parlementaire à Halifax

(Canada) en novembre. La version finale de ce rapport est désormais consultable sur le site internet de l'AP-OTAN:

<https://www.nato-pa.int/fr/document/2018-lavenir-de-lindustrie-spatiale-rapport-bockel>

II. RÉUNIONS AU SÉNAT FRANÇAIS

8. Le général Michel Friedling, commandant du commandement interarmées de l'espace (CIE), s'est exprimé devant la délégation sur le thème *New Space et sécurité stratégique*. Il a observé que l'espace est depuis 2010 une priorité stratégique pour la France. Le CIE a été fondé afin de couvrir tous les aspects d'importance stratégique et de commander tous les matériels militaires spatiaux dans le domaine de l'espace. Il agit dans les limites de la législation en vigueur et respecte les normes essentielles qui, en France, encadrent l'utilisation de l'espace. Le commandant assure les fonctions de conseiller auprès de l'état-major, en veillant à ce que l'on envisage l'espace dans un contexte stratégique plus large. La France tient à un certain degré d'autonomie nationale, ce qui détermine fermement sa position en matière spatiale.

9. Le général Friedling a souligné que le secteur spatial évoluait à grands pas. De nouveaux intervenants y prennent une part croissante. Certains d'entre eux sont des entreprises, voire des personnes individuelles comme Jeff Bezos ou Elon Musk. Avec la chute des coûts, les possibilités et activités commerciales se développent à grande vitesse dans ce domaine marqué par une concurrence stratégique accrue. Les avancées techniques y sont le moteur du changement. La forte baisse du coût de la mise en orbite des satellites résulte non seulement des nouvelles techniques de lancement, mais aussi de la révolution numérique. La puissance des satellites augmente à mesure que leur taille diminue. Les nanosatellites, désormais primordiaux pour les communications internationales et pour les infrastructures internet, vont acquérir encore plus d'importance. Des satellites à la fois plus petits et plus puissants permettent de placer en orbite davantage de puissance de calcul, à moindre coût. Les innovations en matière de systèmes de propulsion abaissent elles aussi le coût du lancement de fusées. La montée en puissance de nouvelles sociétés, telles que *SpaceX* ou *Blue Origin*, est pour beaucoup dans cette évolution, car elle stimule des concurrentes installées de plus longue date.

10. En bref, l'espace devient le lieu d'une énorme activité ainsi que d'une concurrence stratégique et commerciale accrue. Le nombre de satellites actifs en orbite, qui est aujourd'hui de 1 700, devrait atteindre 6 000 d'ici quelques années. Les États ou communautés qui dépendent de ces rouages essentiels de la révolution numérique doivent absolument relever un défi stratégique : la protection des infrastructures spatiales. On désigne souvent cet environnement commercial et stratégique sous le nom de « *New Space* ». Il est évident que des innovations techniques et commerciales révolutionnaires jouent un rôle essentiel dans ce phénomène.

11. Mais un surcroît d'activité dans l'espace a aussi pour effet d'engendrer de nouveaux types de coûts et de risques. Les débris spatiaux, par exemple, représentent une menace croissante pour l'infrastructure. Les responsables de la planification stratégique doivent également prendre en compte la vulnérabilité des systèmes satellitaires au piratage et aux attaques physiques. Il n'est pas étonnant que l'espace soit aussi devenu le terrain d'une compétition stratégique internationale. Les États-Unis y occupent la première place, tandis que l'Europe est très présente tant sur le plan militaire que commercial. Mais d'autres acteurs renforcent leurs activités spatiales. La Chine, qui voit son programme spatial avancer très rapidement, est en passe de devenir une puissance spatiale de premier plan en matière de commerce comme de sécurité. À des degrés divers, le Japon, le Royaume-Uni, l'Iran, la Corée du Nord et la Corée du Sud ainsi que la Nouvelle-Zélande sont aussi d'importants protagonistes.

12. L'« arsenalisation » de l'espace est en cours, même si les lois internationales y proscrivent le déploiement d'armes nucléaires. Il semble que des satellites militaires russes surveillent des satellites occidentaux d'importance stratégique. En 2007, la Chine a fait la preuve de ses capacités antisatellites en détruisant un satellite en orbite lointaine. Cette démonstration a eu pour conséquence de disperser des centaines de débris en orbite relativement lointaine, créant ainsi un danger pour des années, jusqu'à leur retour dans l'atmosphère. En cas de collision, ces débris risquent de détruire d'autres satellites, avec les coûts qui s'ensuivent et l'apparition d'un champ encore plus vaste de débris susceptibles d'entrer à leur tour en collision avec d'autres satellites. On peut raisonnablement craindre que la prolifération de débris en orbite risque de rendre inutilisables certains secteurs de l'espace, avec évidemment de graves effets sur l'architecture des communications planétaires. S'y ajouterait un considérable impact sur les activités militaires des États, compte tenu de leur dépendance envers les communications et systèmes de renseignement fondés sur des techniques spatiales. Des efforts sont en cours pour localiser certains débris situés sur des orbites particulièrement importantes, mais de nombreux autres débris ne sont pas comptabilisés, faute de recherches pour les localiser.

13. Cette évolution, a expliqué le général Friedling, amène actuellement la France et d'autres pays à revoir leur politique spatiale. En juillet 2018, la France a annoncé sa stratégie en matière de défense spatiale, comportant notamment le déploiement de Syracuse 4, famille de satellites de télécommunications militaires construits par *Thales Alenia Space* et *Airbus Defence and Space*. La France est aussi l'un des principaux artisans du déploiement de Galileo, système de navigation par satellite destiné à des applications tant civiles que militaires. Pour des responsables de la défense française, il est nécessaire de savoir qui réalise des activités dans l'espace, dans quel but et avec quelles capacités. Selon eux, il est également nécessaire de conserver des capacités de dissuasion afin de parer à toute action hostile. Pour la ministre des armées française, il s'agit là d'une priorité absolue. La question revêt en outre une considérable dimension du point de vue des ressources humaines, car il faut un personnel extrêmement qualifié pour développer et gérer des systèmes spatiaux propres à assurer le progrès économique et la sécurité nationale. Pour préserver son avantage dans le domaine spatial, la France met à profit ses partenariats avec ses alliés européens, avec les États-Unis et avec d'autres acteurs.

14. Les règles régissant l'espace soulèvent elles aussi d'importantes questions, qui restent à résoudre. Le traité de l'espace demeure le principal texte en vigueur, mais il est d'une portée très limitée et il est difficile à mettre en application. L'utilisation et l'importance croissantes de l'espace incitent à l'adoption de nouvelles règles encadrant son accès et sa correcte administration. Il devient en outre nécessaire de surveiller les manœuvres et la position de satellites, ainsi que les débris, les actes hostiles, les déploiements militaires et les comportements inhabituels. À tous ces égards, une coopération et l'élaboration de normes au niveau international sont primordiales.

15. Jean-Paul Granier, de la direction générale de l'armement, a présenté à la délégation un exposé sur le thème de l'influence du *New Space* sur l'industrie spatiale. Il a rappelé que le commandement interarmées de l'espace, établi en France en 2010, reflète l'importance de l'espace dans la doctrine militaire française. La France s'est dotée d'une stratégie vis-à-vis des menaces spatiales, qu'elle adapte actuellement de façon à mieux réagir au phénomène du *New Space*. Elle a lancé plusieurs programmes militaires, dont l'un porte sur un nouveau satellite destiné à l'observation et au renseignement. Les satellites de télécommunication de l'armée française Syracuse 4 remplaceront en 2021 les Syracuse 3A et 3B, lancés en 2005 et 2006. Aptes à parer aux méthodes de brouillage les plus perfectionnées à l'aide d'une antenne active antibrouillée et d'un processeur de bord, ils assureront à la France un dispositif encore plus performant. Deux Syracuse 4 seront lancés de 2020 à 2022 par des fusées Ariane 5 ECA. La France développe aussi de nouvelles capacités de surveillance et améliore les systèmes

de suivi d'objets en orbite basse. Elle mène certains de ces programmes en coopération avec des alliés proches, comme l'Allemagne. Elle développe également des systèmes permettant de protéger ses satellites contre les attaques et de réagir rapidement à des menées hostiles. Les réglementations sur les activités militaires dans l'espace étant à l'heure actuelle très peu contraignantes, elles laissent à divers protagonistes une vaste latitude pour y réaliser des opérations de ce type. Si cela ouvre des possibilités, cela suppose aussi des risques.

16. Bien que l'Organisation des Nations Unies soit la principale institution régissant le domaine de l'espace, elle n'effectue aucune analyse des menaces. Les pays alliés doivent donc investir des ressources pour se doter de ce type de capacités. Par ailleurs, la France tient à avoir une place à la table des négociations lors de toute discussion sur des règles en la matière, dont elle refuse qu'une puissance dominante les définisse à elle seule. Mais pour faire entendre sa voix, encore faut-il qu'elle améliore sa technique et sa présence dans l'espace. En outre, les États-Unis veulent garder le contrôle sur l'exportation de leur technologie, ce qui pose des problèmes potentiels à des pays comme la France. C'est une des raisons pour lesquelles celle-ci veut se doter de sa propre technologie et en garder la maîtrise. Mais le développement de techniques se réalise dans un cadre international. Avec, par exemple, l'avènement de lanceurs réutilisables aux États-Unis, l'Europe doit relever de nouveaux défis concurrentiels qui l'inciteront très certainement à poursuivre ses avancées technologiques.

17. De même que les États-Unis, la France travaille sur des technologies spatiales à double potentiel, comme celle des nanosatellites qui, en plus de servir à la surveillance, ont des applications commerciales. Ils vont favoriser, par exemple, le déploiement de l'« internet des objets ». L'exploitation commerciale de technologies conçues à l'origine pour des utilisations militaires, et vice versa, est source d'économies d'échelle et donc de baisse des coûts à l'unité dans un secteur de plus en plus concurrentiel. Le paradigme du New Space place la concurrence au centre du développement technologique. L'entrée en scène de *SpaceX* et de *Blue Origin* a poussé l'industrie européenne du lancement de satellites à réduire ses coûts en se dotant de technologies, de produits et de services plus concurrentiels. Mais l'innovation étant présente partout, cela transforme le secteur spatial, ainsi que la politique des États en la matière.

18. Le marché européen de l'espace diffère beaucoup de celui des États-Unis, où la structure du capital incite davantage à la prise de risques. C'est pourquoi les start-up américaines trouvent plus facilement les fonds nécessaires pour innover dans l'économie spatiale. Il existe aussi des start-up en Europe mais elles rencontrent davantage de difficultés, compte tenu de la structure des marchés financiers locaux et de l'influence de motifs culturels et historiques sur les choix en matière de risques. Les États-Unis consacrent à la recherche spatiale en vue d'applications militaires un vaste budget, que ne saurait égaler celui d'aucun pays européen. Leur agence DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) peut se permettre d'entreprendre des projets de recherche à l'issue incertaine, tandis que les centres de recherche français doivent cibler des projets prometteurs de résultats concrets. La France reconnaît cependant que l'État ne peut être seul à agir et que dans le nouvel ordre spatial, les start-up vont devenir un pilier de plus en plus important du développement.

19. Si l'Union européenne est toujours restée en dehors des débats relatifs au marché de la défense, elle y intervient de plus en plus, notamment parce que les techniques nées du secteur commercial migrent de plus en plus vers le secteur militaire. Le rôle de l'UE demeure toutefois limité, les États conservant un point de vue souverain sur le développement de certaines techniques militaires, notamment celles destinées à des applications spatiales. La France revendique une certaine autonomie en matière de défense, position rendue d'autant plus manifeste par la question de la mainmise des États-Unis sur leurs exportations. En bref, alliés et partenaires se trouvent aussi en position de concurrence, d'où la complexité changeante du jeu espace-industrie-armée.

20. Eloi Petros, doctorant au sein de l'université Paris-Sud et d'ArianeGroup, a fait devant la délégation un exposé intitulé *Droit et espace : le cas français est-il un exemple à suivre ?* Selon lui, s'il existe une réglementation internationale et des normes encadrant l'activité spatiale, celles-ci ne sont pas très élaborées, d'où un flou juridique dans ce domaine. Certaines institutions ont leur propre mode de fonctionnement : par exemple, l'Agence spatiale européenne suit ses règles internes ainsi que les accords internationaux, prévoyant pour l'essentiel une utilisation de l'espace à des fins pacifiques. Le droit privé et le droit des contrats soulèvent également des questions. M. Petros a mentionné cinq traités en rapport direct avec le droit de l'espace, en particulier le traité de l'espace de 1967, qui établit les grandes lignes de l'utilisation de l'espace. S'y ajoute l'accord régissant les activités des États sur la Lune et les autres corps célestes, qui attribue à la communauté internationale la compétence juridique sur tous les corps célestes. Mais parmi les seuls 18 États qui ont ratifié cet accord, il ne figure aucun de ceux qui se sont engagés dans un programme autonome de vol spatial habité ou qui envisagent de le faire, comme c'est le cas des États-Unis, de la plupart des membres de l'Agence spatiale européenne, de la Russie, de la Chine et du Japon.

21. L'administration de l'espace, ou ce qui en tient lieu, est encadré pour l'essentiel par des normes sans caractère juridique contraignant, des résolutions de l'ONU ou encore des codes et pratiques mis en place par des États. Le droit de l'espace étant à ce point limité, les législations nationales jouent un rôle important, en particulier celles des principaux acteurs. Chose intéressante, il n'existe aucune règle internationale ayant force de loi concernant les débris et leur production. Un groupe ad hoc a toutefois été constitué pour élaborer un projet de code technique visant à limiter ces débris. Ce groupe n'a pas de statut juridique en soi mais de nombreux pays ont adopté ces normes, ainsi que d'autres accords sans caractère obligatoire. Les pratiques de ce genre confèrent une certaine uniformité aux réglementations nationales encadrant les activités spatiales. Elles montrent aussi que l'élaboration d'un droit spatial se réalise désormais du bas vers le haut, et non dans le sens inverse. Il faut aussi observer que l'article 189 du traité de Lisbonne instaure au sein de la communauté européenne un partage des compétences sur certaines questions relatives aux activités spatiales. L'Agence spatiale européenne procure en outre aux pays membres de l'UE un ensemble de normes communes, même si elles n'ont pas caractère de loi.

22. Le Luxembourg est le premier pays européen à avoir appliqué une législation assurant aux opérateurs privés la propriété des ressources qu'ils extraient de l'espace. Cette réglementation, qui encadre aussi l'approbation et la surveillance des missions d'exploration et d'exploitation des ressources spatiales, est l'un des principaux piliers de la stratégie adoptée par l'État luxembourgeois en la matière. Elle instaure dans le pays un système d'agrément et de contrôle de la propriété des ressources acquises dans l'espace, ce qui la rapproche de la loi étatsunienne sur les lancements spatiaux à but commercial et sur la concurrence dans l'espace (*Commercial Space Launch and Competitiveness Act*), qui établit que les sociétés commerciales réalisant leur activité dans ce cadre peuvent légalement devenir propriétaires des ressources acquises sur des corps célestes qualifiés d'« objets géocroiseurs ». Le droit spatial ne s'applique pas aux télécommunications par satellite, aux positions orbitales ou à l'utilisation de bandes de fréquences. La réglementation luxembourgeoise établit un minimum de certitude juridique concernant les projets commerciaux dans le secteur spatial. Le traité de l'espace de 1967, signé par 107 pays, pose les principes d'une exploration pacifique et libre de l'espace par les États. Cependant, ce texte ne couvre pas la question de la propriété, par des organisations privées, des ressources recueillies sur des astéroïdes géocroiseurs par extraction minière ou autres procédés. La loi luxembourgeoise fournit en revanche un cadre potentiel à la future extraction sur des objets célestes. On s'accorde généralement pour considérer ce texte, clairement fondé sur les lois existantes, comme un progrès majeur qui devrait influencer d'autres réglementations nationales.

23. Les règles définissant les responsabilités influent elles aussi fortement sur l'activité spatiale des États. Par exemple, ceux qui effectuent sur leur territoire des lancements de fusées sont généralement considérés comme responsables de tous les dommages qui pourraient en résulter. La France, qui respecte rigoureusement ce type de règles, a élaboré des normes régissant les différentes phases d'un lancement. Elle impose des garanties en matière de dommages et de responsabilités. Il s'agit cependant de garanties financières et non d'assurance à proprement parler, mais cela revient au même.

24. La délégation a visité les services de lancement et rencontré des responsables et conseillers d'Arianespace aux Mureaux, en banlieue parisienne. Les lanceurs Ariane 5 y sont assemblés avant acheminement vers la Guyane française, principale base de lancement de l'Agence spatiale européenne. Le groupe Ariane est codétenu à parts égales par la France (Airbus) et par l'Allemagne (Safran) mais il a pour mission d'accorder la totalité des accès européens à l'espace. Dédié aux lancements spatiaux et employant dans les deux pays un total de 9 000 salariés, il œuvre sur les marchés des matériels et services destinés à des applications tant civiles que militaires. Si son secteur civil est européen, son secteur militaire est français, ce qui demande une séparation nette des sites de recherche et de production, ainsi que de tous les systèmes informatiques. Selon la direction de l'entreprise, ces deux secteurs se renforcent l'un l'autre et permettent des économies d'échelle. À la date de la visite, Arianespace venait de réaliser le centième lancement de la fusée Ariane 5, qui assure le lancement de deux satellites à la fois, d'où une réduction des coûts.

25. Plus de 60 entreprises participent au programme de lancement Ariane ; un grand nombre d'entre elles contribuent au développement de la nouvelle génération de lanceurs, Ariane 6. Ce programme, axé sur la réduction des coûts, doit faire face à la forte concurrence de nouveaux intervenants tels que SpaceX. La concurrence également intense avec la Chine, la Russie et l'Inde a eu pour effet, en plus de réduire les coûts, d'ouvrir de nouveaux débouchés commerciaux. À l'heure actuelle, les femmes représentent 23 % de l'effectif du groupe Ariane. Des efforts concertés sont déployés pour accroître leur présence dans le groupe comme dans le secteur spatial en général.

26. Le lanceur Ariane 6 sera équipé du moteur réallumable Vinci et de propulseurs monolithiques – les plus grands du monde – au nombre de deux ou quatre, selon la charge utile et les orbites visées. Les lanceurs Ariane 6 ne seront pas dotés de propulseurs réutilisables, entre autres parce que le nombre de lancements prévu ne le justifierait pas d'un point de vue économique. L'entreprise poursuit cependant des recherches dans cette voie. Le programme Ariane 6 a débouché sur d'importantes avancées dans toutes sortes de domaines techniques, qui ont permis d'alléger le lanceur et de réduire les coûts. Ce projet important tant sur le plan technique qu'économique a suscité l'apparition d'activités commerciales dérivées, dont certaines sans aucun rapport avec l'industrie spatiale en soi. Le groupe poursuit également des activités de développement dans le domaine des pas de tir et des systèmes d'essai. Si le groupe Ariane dessert des marchés commerciaux, il est parfaitement conscient que sa réussite contribue à l'autonomie spatiale de l'Europe. Et tout en soutenant la dissuasion européenne par sa fonction militaire, il est parfaitement conscient qu'une interopérabilité est nécessaire entre l'Alliance et le secteur commercial. C'est pourquoi il tient compte de ces considérations dans les programmes spatiaux concernés.

27. La direction du groupe a pour priorité une réduction des coûts, indispensable à sa compétitivité. Pour elle et pour ses ingénieurs, il est par conséquent impératif de remettre sans cesse leurs idées en question, de collaborer étroitement avec leurs clients et d'innover sans relâche.

28. La branche défense du groupe vise à améliorer les capacités militaires d'évaluation de situations et à prendre une part active dans le développement de la défense antimissile. Il faut absolument comprendre en quoi les avancées dans ce domaine influent sur les exigences

futures liées aux vecteurs. Ariane, qui coopère au programme de défense antimissile balistique de théâtre de l'OTAN et à la défense territoriale, a contribué au développement d'un ensemble d'intercepteurs et de systèmes d'alerte précoce par détection de la signature infrarouge du panache de gaz d'échappement. Le groupe travaille également sur les systèmes de commandes et de contrôle de l'OTAN et sur une constellation de satellites de reconnaissance optique.

29. L'entreprise est extrêmement consciente des défis que soulève actuellement le secteur spatial et doit réagir à la concurrence croissante de nouveaux arrivants, parmi lesquels des États, des entreprises et d'autres acteurs non gouvernementaux. Il en résulte une démocratisation de l'accès à l'espace, qui transforme le marché et entraîne de rapides changements techniques, avec des répercussions sur toutes sortes de projets commerciaux ou militaires.

30. Lors de sa visite du site de *Thales Alenia Space*, la délégation s'est informée sur les systèmes et programmes, dépassant souvent le cadre du secteur spatial, auxquels l'entreprise travaille concernant les satellites, les antennes et les radars. D'envergure résolument européenne, l'entreprise est implantée en France, en Italie, en Belgique, en Allemagne, au Royaume-Uni, en Suisse et en Pologne. Elle figure parmi les leaders mondiaux des satellites appliqués aux télécommunications ou aux activités militaires. On lui doit une série d'innovations qui contribuent à forger le système de télécommunications planétaire. De plus, c'est l'un des principaux acteurs du programme Galileo. *Thales Alenia Space* conçoit et produit des satellites destinés à la navigation, à l'observation terrestre et à la météorologie, ainsi qu'aux systèmes de renseignement et de surveillance, parmi lesquels les satellites Syracuse utilisés par l'armée française. L'entreprise vient de produire un prototype de ballon stratosphérique, le Stratobus, qui, placé en position stationnaire à 20 000 mètres d'altitude, assure les fonctions d'un satellite d'observation et de télécommunication. Ses applications tant militaires que commerciales suscitent le vif intérêt de la clientèle potentielle. *Thales Alenia Space*, qui œuvre également dans le domaine de l'exploration spatiale, a produit environ la moitié des modules de la Station spatiale internationale. Le groupe travaille aussi à des projets relatifs à l'exploration de Mars.

31. La délégation a visité le complexe toulousain abritant le Centre national d'études spatiales (CNES), qui appuie ou réalise une grande partie des recherches dans le cadre des programmes spatiaux menés par la France à des fins commerciales ou militaires. Le centre dispose pour cela d'un budget d'environ 2,4 milliards d'euros, ce qui a permis de placer le pays au deuxième rang des acteurs du secteur spatial. Les activités variées du centre portent sur tout le cycle des systèmes spatiaux : recherche fondamentale, ingénierie satellitaire, commande et contrôle des satellites, conception des bases terrestres, production et gestion de données, observation terrestre. Le CNES collabore étroitement avec diverses universités et sociétés aéronautiques installées dans la région. Ses travaux pionniers sur les nanosatellites ont abouti à des réductions de coûts sur le marché des télécommunications. Il finance des start-up offrant des technologies potentiellement importantes et des programmes de recherche fondamentale dans des domaines variés, des origines de l'univers au changement climatique, ainsi que des programmes internationaux visant à réaliser une mission sur Mars. Il élabore aussi des prévisions à long terme, permettant de programmer les besoins en recherche et en investissements.

32. Le CNES, qui est à la pointe du traitement des débris spatiaux, a contribué au pistage de 23 000 objets, dont un grand nombre situés en orbite basse. Les satellites n'en représentent qu'un faible pourcentage. Chaque collision produit de nouveaux débris et aggrave donc la situation. Le CNES œuvre conjointement avec l'Agence spatiale européenne, l'Agence spatiale japonaise et la NASA pour éviter des collisions sur les orbites de première importance, ce qui suppose le repositionnement fréquent de satellites. Cela implique la gestion de 7 000 messages échangés chaque jour sur des collisions potentielles. À cet égard, l'essai

antisatellite mené par la Chine est un exemple instructif : ce seul évènement a créé en 2007 un nombre de débris estimé à 20 000, sur une orbite où ils allaient forcément poser problème pendant des décennies. De telles collisions risquent de rendre inutilisables des zones orbitales d'importance critique, compromettant ainsi gravement les systèmes de télécommunications au niveau planétaire ainsi que l'économie numérique. Le CNES soutient des recherches visant à trouver des solutions à ce problème, le mieux étant évidemment de limiter autant que possible la production de débris. Une plus grande coopération internationale dans ce domaine serait bienvenue, de même que l'adoption et le respect de normes.

33. Deux des autres axes prioritaires de la recherche sont l'observation terrestre et l'optique. La délégation a vu des images en trois dimensions de la Terre prises par satellite, technique aux multiples applications commerciales, scientifiques, environnementales et militaires. Elle a également visité un centre de commandes, où les chercheurs et ingénieurs du CNES collaborent quotidiennement avec leurs collègues de Pasadena (Californie) pour coordonner le pilotage du rover Curiosity sur Mars, projet complexe qui nécessite la participation de 200 scientifiques.

34. Enfin, la délégation a visité le siège d'*Airbus Defence and Space* à Toulouse. Elle s'y est informée sur le programme *Airbus-OneWeb*, destiné à lancer 900 microsattellites qui assureront à toute la planète un accès internet à un prix abordable. Cet ambitieux projet exigeant une production rapide, de premiers satellites sont déjà en cours de déploiement. La délégation a également visité une chaîne de production révolutionnaire qui, en rationalisant la construction des satellites, économise de la main d'œuvre et abrège spectaculairement les délais.

35. Airbus tire aujourd'hui 40 % de ses recettes de programmes spatiaux. Européenne à 100 %, l'entreprise est en deuxième position sur le marché international de l'aviation, après Boeing. Elle fait aussi partie des leaders mondiaux de la production de satellites, avec des applications dans les domaines militaire, commercial, scientifique, météorologique ainsi que dans ceux de la surveillance, des télécommunications, de l'observation terrestre, des radars et de l'imagerie. Airbus a récemment développé le Zéphyr, pseudo-satellite lite à haute altitude, qui comble un vide entre les satellites et les drones. Exclusivement alimenté par énergie solaire, c'est le premier appareil non habité de ce type à évoluer dans la stratosphère, au-dessus des perturbations météorologiques et du trafic aérien conventionnel. Apte à voler pendant des mois d'affilée, le Zéphyr conjugue la durabilité du satellite et la souplesse d'utilisation du drone. Avec ses applications militaires, scientifiques et commerciales, il constitue un exemple supplémentaire des nouveautés qui révolutionnent l'espace.