

# JEAN-YVES LE GALL

## Président du Centre national d'études spatiales (CNES)

Vos Excellences, Mesdames et Messieurs, c'est pour moi un grand honneur de parler devant vous cette après-midi sur le sujet de l'espace. Cette réunion intervient juste après la « semaine dorée » de l'espace en France et en Europe, car nous avons vu quatre événements majeurs au cours des sept derniers jours :

Pendant la COP22 de Marrakech, des décisions très importantes sur l'espace et le climat ont été prises par les agences spatiales. Je reviendrai sur ce point plus tard.

En Europe, nous avons décidé de lancer la prochaine génération de fusées de lancement, Ariane 6.

Jeudi matin, les quatre satellites du système mondial de navigation satellite européen Galileo ont été lancés depuis Kourou en Guyane française par une fusée de lancement Ariane 5.

Et dans l'après-midi, vous avez sans doute vu que nous avons eu le lancement de l'astronaute français Thomas Pesquet depuis Baïkonour au Kazakhstan. Il est à présent à bord de la Station spatiale internationale, où il va passer six mois et donc revenir à la mi-mai.

Ces événements nous prouvent que l'espace est partout où nous regardons. En fait, comme vous le savez probablement, l'exploration spatiale a commencé avec les missions lunaires dans les années 60, pour découvrir de nouvelles étoiles, étudier la formation des galaxies, analyser la composition des planètes et chercher l'origine de la vie. C'est dans notre nature de continuer à repousser les limites de ce que nous savons et de l'endroit où nous allons. Cette pulsion d'exploration a mené l'humanité au vol spatial et au lancement de satellites et de sondes dans l'espace pour la science, l'observation de la Terre, les télécommunications et la défense.

En août 2013, l'Europe a mis sur orbite le premier satellite de télécommunications du Qatar grâce à la navette de lancement Ariane 5. Nous avons été très honorés de lancer ce premier satellite qatari. Depuis près de 60 ans, des milliers de satellites ont permis à l'humanité de conquérir un quatrième élément après la terre, la mer et l'air : l'espace.

En particulier, nous avons lancé un grand nombre de sondes robotisées dans notre système solaire et au-delà pour gagner de nouvelles perspectives sur le monde dans lequel nous vivons. Nous avons exploré la Lune, toutes les planètes du système solaire jusqu'à Pluton et même certaines de leurs lunes. Titan, la lune de Saturne, par exemple, a reçu la visite de la sonde Huygens il y a quelques années.

Au cours des deux dernières années, le monde a retenu son souffle alors que la sonde spatiale Rosetta et l'atterrisseur Philae se sont approchés du noyau de la comète Churyumov-Gerasimenko. Quand nous avons lancé Rosetta en 2004, nous pensions que le noyau d'une comète était une grosse boule de neige sale. Il est à présent clair que grâce aux preuves photographiques, nous avons découvert de nombreuses choses : quand Rosetta a commencé à voir la comète de près, nous avons d'abord cru qu'il y avait un problème avec l'optique car le noyau semblait très étrange, mais les images étaient bien réelles. Le succès de cette mission sans précédent, la première à faire atterrir un objet fabriqué par l'homme sur une comète, est également dû à la toute première collaboration entre l'Agence spatiale européenne, le Centre aérospatial allemand DLR et le CNES, l'agence spatiale française.

Pour revenir à présent plus proche de notre planète, les satellites autour de la Terre nous ont permis d'avoir des photos plus complexes de l'environnement mondial et nous aident à présent à l'étudier plus facilement. Les satellites

prennent des photos qui nous permettent de prévoir la météo. Ils permettent également de mieux protéger les populations des menaces environnementales, de détecter les catastrophes naturelles et humaines, d'améliorer les sols, les océans et la végétation, pour le bénéfice de tous.

Les satellites sont également des instruments cruciaux dans l'effort pour ralentir le changement climatique. Les satellites franco-américains TOPEX/Poséidon et Jason-1, -2 et -3 ont révélé une hausse des températures et du niveau des océans au niveau mondial, ce qui va garantir que demain, les accords internationaux tels que l'Accord de Paris signé l'an dernier à l'issue de la COP 21, seront effectivement mis en place.

À présent, quelques mots sur les télécommunications. Tout en satisfaisant notre soif de savoir, de découverte et de nouvelles frontières, l'espace sert également à des applications très concrètes dans nos vies quotidiennes. Dans le monde entier, même dans les régions les plus reculées, des satellites ouvrent l'accès à la télévision, à internet et aux services de téléphonie fixe et mobile. Ils servent également à transmettre, diffuser et mesurer les événements mondiaux.

Les satellites permettent également aux piétons, randonneurs, conducteurs et pilotes de localiser leur position au mètre près, de choisir entre différents itinéraires et de retrouver leurs amis où qu'ils soient. Dans ce domaine également, l'industrie européenne a atteint un statut mondial grâce aux programmes financés par les gouvernements. Avec le lancement de la semaine dernière, nous avons un total de 18 satellites Galileo en orbite. Cela nous permettra d'ici la mi-décembre d'annoncer la mise en route du nouveau service de localisation géré par Galileo, un tout nouveau système équivalent au GPS.

Enfin, mais pas des moindres, la défense. Les satellites protègent les villes et améliorent la sécurité en fournissant des informations et des services précis. Par exemple, pour localiser un appel de détresse et guider les secours. Ils jouent également un rôle vital dans la prévention et la gestion des conflits en fournissant des images radar et optiques en haute résolution, des télécommunications sécurisées et des renseignements électroniques.

Aujourd'hui, la plupart des armes employées dans les combats utilisent des satellites pour échanger des données entre elles et cela va continuer à se développer. Cela va devenir de plus en plus utile.

J'aimerais également dire quelques mots sur l'environnement, car j'ai parlé des fusées de lancement, de la science, de l'observation de la Terre, des télécommunications et de la défense. Ce que nous voyons dans ce contexte que j'appelle les applications spatiales émergentes, c'est que nous avons un nouvel ordre mondial qui prend forme avec les États-Unis, leader incontesté, l'Europe, le Japon et la Russie qui conservent leur place, et la montée de la Chine et de l'Inde. Cependant, il y a un nombre toujours plus grand de puissances spatiales qui émergent derrière ces pays-clés, quelques-unes sont riches comme le Qatar, les Émirats arabes unis et l'Azerbaïdjan, certaines autres ont les moyens de produire des satellites chers et de grande taille, d'autres moins. Nous allons dans l'espace avec des satellites plus petits et moins chers.

Tous ces nouveaux acteurs développent leur propre programme spatial, voire des industries spatiales qui leur permettront de « jouer, et même de gagner, dans la cour des grands » tout en récoltant des retombées significatives en termes de politique publique. En tout, nous avons un peu plus de 60 pays qui développent actuellement leurs programmes spatiaux et cela va continuer. Les pays qui ont déjà un programme spatial vont avoir des programmes plus ambitieux et les nouveaux-venus vont apparaître car l'espace s'avère de plus en plus attractif et utile.

Parallèlement à ces efforts qui sont essentiellement financés par des États, un nouveau mouvement est né aux États-Unis et s'est répandu sur toute la planète. Ce mouvement s'appelle « New Space » et a été créé par des

entrepreneurs riches et ambitieux qui veulent transformer le domaine spatial. Sir Richard Branson a été le premier à viser les étoiles, Elon Musk et Jeff Bezos, le fondateur d'Amazon, ont à présent suivi ses traces.

Cependant, ils ne sont que les visages connus de centaines d'entreprises qui, bien qu'elles aient moins de ressources, n'en sont pas moins ambitieuses. Par exemple, une nouvelle entreprise d'images spatiales a lancé pas moins de 110 satellites au cours des cinq dernières années. Cela signifie que sur les cinq dernières années, cette nouvelle entreprise a lancé plus de satellites que tous les satellites lancés précédemment pour l'observation de la Terre. Et ils l'ont fait dans le but de faire plus avec moins d'argent.

L'industrie du lancement spatiale n'est pas une exception, avec un grand nombre de projets aux États-Unis et dans le reste du monde. C'est pourquoi l'Europe a répondu dès 2014, il y a deux ans, avec la décision de développer Ariane 6. Ariane 6 est vraiment une fusée de lancement innovante car son impressionnant objectif est de réduire de moitié le coût d'un voyage dans l'espace. Cela signifie, par exemple, que le futur coût de lancement d'un satellite de télécommunications avec Ariane 6 passera de 20 000 dollars par kilo à 10 000 dollars. Évidemment, cet objectif va être très, très difficile à atteindre. C'est pourquoi nous sommes face à trois défis essentiels, et le premier, c'est l'innovation.

L'innovation cherche à transformer l'espace en moyen plutôt qu'en fin. Google, Apple, Facebook et Amazon (GAFA) ne concentrent pas leurs ambitions sur l'espace en tant que tel mais plutôt sur l'espace en tant que moyen pour connecter, observer, et nombre d'autres applications qui restent encore à imaginer. L'innovation se construit sur les fondements des technologies spatiales et de pensée descriptive. Cependant, on ne construit pas de fondement technologique sans un effort de recherche significatif. En effet, la clé du succès des lanceurs les plus récents est le moteur à bas coût, qui est le résultat de plus de 10 ans de recherche à la NASA, alors que les nouvelles entreprises d'imagerie satellite se contentent d'utiliser la recherche et le développement des autres agences dans les anciens et nouveaux satellites.

Donc, ces bases ont permis des innovations comme les projets d'envoi en orbite de constellations de plusieurs centaines ou milliers de satellites. Google a annoncé il y a deux jours un projet pour 4200 satellites. Cela prendra du temps, peut-être que nous ne finirons pas avec 4000 satellites mais seulement 400, mais cela va constituer un grand pas en avant. Tous ces satellites sont prévus pour être développés, fabriqués et lancés à un coût extrêmement bas. Le défi pour le secteur public à présent est de préparer les technologies de demain et de nourrir et soutenir ces opportunités d'innovation.

Le deuxième défi qui nous fait face est le climat. Ce sont les satellites qui ont fourni la preuve du changement climatique. Sans eux, il aurait été impossible de démontrer que le niveau des océans augmente de 3,2 mm par an. De la même façon, ce sont les satellites qui permettent d'encourager les efforts des nations pour la réduction des gaz à effets de serre. Nous avons coordonné les efforts mondiaux de surveillance qui ont mené à deux déclarations, une à Mexico et une à New Delhi, qui ont été adoptées il y a plusieurs mois. Nous avons fait campagne pour l'usage de l'espace dans la surveillance du climat car parmi les 50 variables essentielles du climat, 26 – plus de la moitié – ne peuvent être observées que de l'espace. Par conséquent, les satellites sont essentiels pour la prédiction et la surveillance des changements climatiques.

Le troisième défi concerne l'exploration, car les changements actuels dans le domaine de l'espace vont probablement avoir l'effet inattendu d'une accélération de l'exploration martienne. Il y a seulement six mois, les prévisions pour la première mission habitée vers Mars étaient 2040/2050, ce qui veut dire un objectif à 25 ans. Mais maintenant, cette perspective semble rapprocher chaque jour. Certains projets parlent à présent de 2030, voire 2025. Pourquoi ? Car nous commençons à voir les bénéfices des spectaculaires réductions de coût des satellites et lancements spatiaux. Envoyer une navette vers Mars qui soit suffisamment grande pour accueillir quatre à six personnes pendant deux ans



n'était jusqu'à présent qu'un concept théorique. Aller sur Mars va prendre deux ans : neuf mois pour le trajet Terre-Mars, six mois en orbite à attendre une nouvelle fenêtre de lancement pour rentrer et neuf mois de retour. Le principal problème c'est de s'assurer que les astronautes resteront en bonne santé. C'est pourquoi nous avons à présent des astronautes à bord de l'ISS pour apprendre comment vivre dans l'espace et se préparer à des missions aussi longues.

De nombreuses entreprises et agences travaillent à présent sur cette mission. Au 67<sup>ème</sup> Congrès international astronautique de Guadalajara, Mexique, en septembre dernier, on voyait partout des projets de missions complètes vers Mars. Elles étaient présentées comme la nouvelle odyssee de l'espace des temps modernes.

Pendant ce temps, l'Europe poursuit deux missions particulièrement ambitieuses appelées ExoMars. La première a récemment injecté l'Orbiteur Traceur de Gaz (TGO) dans l'orbite martien pour détecter des éléments de l'ancienne atmosphère de Mars. Nous allons étudier l'atmosphère et l'évolution de Mars. En 2020, d'ici 4 ans, une deuxième mission va faire atterrir une plateforme et un astromobile avec plusieurs instruments scientifiques sur la surface de la planète pour collecter et analyser des échantillons qui n'ont pas été exposés aux radiations et oxydants qui auraient sinon détruit toutes les matières organiques.

L'espace change à un rythme impressionnant. Les différents changements que nous avons observés ces dernières années sont l'évolution la plus spectaculaire depuis le début de l'ère spatiale. Dans cet environnement qui évolue si vite, tous les acteurs ont répondu avec une politique vigoureuse et résolument tournée vers l'innovation, en relevant le défi du climat et établissant la mission complète vers Mars comme nouvelle frontière à atteindre.

Car, même si l'innovation est vitale, l'inspiration est tout aussi cruciale. La jeune génération mondiale doit comprendre l'importance de la science et de la technologie et être motivée à embrasser les carrières dans ce domaine, le seul capable de créer de la valeur et de fournir une source de données constante pour informer la prise de décision. C'est pourquoi nos futurs programmes nous emmèneront toujours plus loin et jusqu'à Mars sans aucun doute.

Nous devons aussi nous souvenir que d'un point de vue économique et social, chaque euro investi dans la dimension commerciale spatiale génère jusqu'à 20 € en dérivés économiques. Dépenser dans l'espace est donc très logique si on veut faire progresser la science, les nouvelles technologies et la protection de l'environnement, et c'est également un élément essentiel pour assurer l'accès au monde multimédia d'aujourd'hui. C'est pourquoi en Europe, la France et ses partenaires poursuivent une politique spatiale ambitieuse, finançant l'exploration et l'innovation. En effet, la France a le deuxième plus gros budget du monde par habitant pour l'espace, juste derrière les États-Unis. De nombreux services que nous considérons irremplaçables fonctionnent grâce à des applications dérivées de l'espace, même si nous ne nous en rendons pas toujours compte. Pour conclure en quelques mots, l'espace est assurément une aventure essentielle en termes de technologie et de gouvernance.

### **Thierry de MONTBRIAL**

Merci beaucoup Jean-Yves. Nous aimerions vous poser quelques questions car nous aimons rêver. Mes questions concernent les missions humaines sur Mars. En premier, à court terme, vous avez mentionné que cela représenterait une rotation de deux ans et que le facteur humain est probablement le plus grand défi. Comment envoyer des gens et les garder en vie, et pas seulement en vie mais en bonne santé, quand ils reviennent après deux ans ? Ma première question est, est-ce vraiment faisable en 25 ans ? Il y a un ou deux médecins dans la salle, dont mon vieil ami Jean-Pierre Lablanchy, je pense que la question de la faisabilité humaine d'une telle mission est une question essentielle.

Ma deuxième question est à très long terme. En regardant à un siècle, est-il envisageable, dans la conquête de Mars, de rendre cette planète à nouveau habitable ? Certains d'entre nous ont peut-être lu des articles sur la recréation

d'une atmosphère sur Mars. Si nous pouvons avoir de véritables colonies sur Mars, où les gens pourront vivre, que vont-ils faire ? Quel serait le bénéfice d'une telle aventure ?

**Jean-Yves LE GALL**

Pour la première question, nous avons à présent de plus en plus d'expériences humaines dans l'espace. Des humains vivent sur l'ISS où l'astronaute français Thomas Pesquet est arrivé avant-hier pour passer six mois. Hier, l'astronaute américain Scott Kelly a passé le cap de l'année à bord de la station. Il est en très bonne forme. Les astronautes font beaucoup d'exercice et après un an, ils vont bien.

Lorsque nous enverrons quatre ou six astronautes sur Mars pour une mission de deux ans au total, l'idée est d'avoir un genre de petite station spatiale. Aujourd'hui, nous avons l'ISS en orbite à 300 km au-dessus de nos têtes. Elle pèse 400 tonnes. Nous enverrons une mini-station pesant juste 70 tonnes vers Mars avec deux caractéristiques essentielles. D'abord, un espace pour faire pousser des légumes car les astronautes ont besoin d'aliments frais. Ensuite, un petit cylindre pour créer des conditions de microgravité et permettre aux astronautes de passer deux ans à bord d'une station spatiale. En 2016, la NASA estime que le lancement d'une telle mission en 2025-30 est faisable, et je suis d'accord. Ce qui fait la différence, c'est la taille de la mission. Aujourd'hui, avec la chute des coûts de production et de lancement d'une navette spatiale, c'est probablement possible.

Maintenant, concernant la deuxième question sur ce qu'on peut faire d'ici 100 ans. Je suis d'accord qu'un certain nombre de livres de science-fiction ont lancé l'idée de créer une nouvelle atmosphère sur Mars etc. Cependant, je pense que c'est de la science-fiction à très, très long terme. Selon moi, 100 ans n'est absolument pas une perspective envisageable, car il y a 50 ans on n'était qu'au début de l'ère spatiale. Personne n'aurait pu imaginer alors que nous parlerions d'envoyer des gens sur Mars à l'heure actuelle. Dans 100 ans, je n'en sais rien ; cependant, changer l'atmosphère d'une planète me semble très, très difficile. Même si de nos jours l'activité humaine modifie l'atmosphère de notre planète Terre et conduit au changement climatique.