

A S S E M B L É E N A T I O N A L E

X V ^e L É G I S L A T U R E

Compte rendu

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

- **Examen** de la note scientifique sur les lanceurs spatiaux réutilisables (Jean-Luc Fugit, député, rapporteur) ;..... 2
- **Échange de vues** sur le programme de travail 2019..... 11

Jeudi 13 décembre 2018
Séance de 9 h 30

Compte rendu n° 30

SESSION ORDINAIRE DE 2018-2019

**Présidence
de Mme Catherine
Procaccia, *vice-
présidente* et de
M. Cédric Villani,
*premier vice-président***



Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Jeudi 13 décembre 2018

Présidence de Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, puis de M. Cédric Villani, député, premier vice-président de l'Office, puis à nouveau de Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office

La séance est ouverte à 9 h 40

Examen de la note scientifique sur les lanceurs spatiaux réutilisables (Jean-Luc Fugit, député, rapporteur)

M. Jean-Luc Fugit, député, rapporteur.- La durée de l'étude sur les lanceurs spatiaux réutilisables a été de trois mois, de mi-septembre à mi-décembre 2018 ; 15 personnes ont été auditionnées, 5 experts consultés et nous avons reçu une contribution de l'Académie des technologies.

Je tiens tout d'abord à remercier toutes les personnes auditionnées, ainsi que les experts qui ont bien voulu répondre à nos questions car, il faut bien l'avouer, le sujet est assez complexe. Je tiens aussi à remercier l'administrateur du secrétariat de l'Office pour son aide, sa rigueur et tout simplement son grand professionnalisme !

Les activités économiques permises par la maîtrise de l'espace, avec l'envoi de satellites autour de la Terre, prennent de plus en plus d'importance, concernent tous les secteurs économiques et impactent la vie quotidienne : télécommunications, télédiffusion, météorologie, géolocalisation, observation de la Terre, prévention et secours en cas de catastrophes naturelles, surveillance, sécurité et défense, connaissance scientifique, suivi des évolutions climatiques, exploration spatiale...

Thales estime ainsi que le satellite permettrait de gagner cinq à dix ans sur le délai de raccordement des zones reculées aux réseaux de communication, pour un coût quatre fois moindre qu'avec la fibre optique. Cela est à prendre en compte au regard du risque de fracture numérique et du souhait de voir tout le territoire couvert en accès internet de qualité d'ici 2022, comme cela est souhaité par le Président de la République.

Une étude de Morgan Stanley estime que la valeur totale du marché spatial – des constructeurs de satellites jusqu'aux fournisseurs de services – va plus que tripler en vingt ans, passant de 350 milliards de dollars en 2017 à 1 100 milliards en 2040. Bank of America – Merrill Lynch surenchérit, en évoquant un marché qui pourrait atteindre 2 700 milliards à l'horizon 2045 !

La période actuelle marque un certain reflux du nombre de lancements, en raison de l'incertitude relative au choix entre satellites lourds géostationnaires et micro-constellations en orbite basse, qui n'ont pas encore fait totalement leurs preuves.

Mais tout le monde s'entend pour prédire un boom des activités spatiales à terme, entraîné par la multiplication des applications nécessitant des satellites.

Selon l'association de l'industrie satellitaire (SIA), l'industrie des lanceurs représente 1,3 % de l'économie spatiale mondiale, l'industrie satellitaire en représentant 79 %.

Au vu de ces ratios, on constate une grande dispersion des acteurs des lanceurs !

Présidence de M. Cédric Villani, député, premier vice-président de l'Office

Sous l'impulsion de la France, le programme des lanceurs Ariane, initié en 1974, a répondu au besoin d'accès autonome à l'espace des pays européens, comme élément de leur souveraineté.

En dehors même du projet américain de « force spatiale » (*Space Force*), l'enjeu, pour l'Europe, est évident pour les besoins régaliens de défense et de sécurité, afin de garantir notre « liberté d'agir dans l'espace », comme le rappelle souvent la ministre des armées Florence Parly.

Il y a aussi un enjeu, au niveau européen, pour les acteurs commerciaux, afin d'éviter les distorsions de concurrence. Cette vision n'est cependant pas partagée par tous. Ainsi, le Royaume-Uni qui a quitté le programme Ariane, considère qu'on peut toujours recourir à un lanceur d'un autre pays et qu'il est financièrement plus rentable d'investir dans l'aval de la filière.

On a dénommé « *new space* » la multiplication du nombre des acteurs privés et publics, les financements considérables (venant des « GAFA » par exemple) et les ruptures technologiques (miniaturisation des composants, motorisation électrique, impression 3D ou réutilisation des lanceurs), entraînant la baisse du coût d'accès à l'espace. Ainsi, Jeff Bezos, PDG d'Amazon, affirme dépenser environ un milliard de dollars par an de sa fortune personnelle pour développer le lanceur réutilisable New Glenn de la société Blue Origin créée en 2002.

Aux principales puissances spatiales historiques (États-Unis, Chine, Russie, Europe, Japon et Inde, mais aussi Israël, Iran et les deux Corées), s'ajoutent désormais : Singapour, le Brésil, l'Arabie saoudite, les Émirats arabes unis... En ayant réalisé pour la première fois en 2018 plus de lancements orbitaux annuels que les États-Unis, la Chine pourrait devenir la principale puissance spatiale.

Mais il n'y a pas de *New Space* sans *Old Space* ; sur les 80 milliards de dollars d'investissements publics et privés dépensés par an aux États-Unis dans l'espace, le *New Space* n'en représenterait que 4 milliards. Les commandes publiques spatiales s'élèvent à environ 50 milliards de dollars par an aux États-Unis. En comparaison, sur le même périmètre, en Europe, le total des investissements publics dans l'espace ne dépasse pas 10 milliards de dollars par an (9 milliards d'euros). Le déséquilibre est important.

Cette concurrence internationale met à mal le plan d'affaires (*business model*) d'ArianeGroup, le constructeur européen issu de la collaboration entre Airbus et Safran.

S'agissant de la réutilisabilité, la navette américaine, qui a été en activité entre 1981 et 2011, n'a pas totalement tenu ses promesses. Elle devait voler chaque semaine, avec un prix unitaire de 30 millions de dollars ; mais elle n'a jamais effectué que 4 à 5 lancements par an, avec un prix unitaire estimé entre 0,5 et 1,5 milliard de dollars.

Avec les lanceurs Falcon, la société privée SpaceX, créée par Elon Musk en 2002, mais ayant largement bénéficié du soutien de la NASA, est en passe de devenir le leader mondial, en diminuant drastiquement les prix grâce à une organisation industrielle très concentrée et en ayant misé dès l'origine sur les technologies réutilisables. Seulement trois ans après le 1^{er} essai réussi de récupération (fin 2015), SpaceX récupère et réutilise maintenant le 1^{er} étage de ses lanceurs pour plus d'un tir sur deux. La version Block 5 du Falcon 9 pourrait être réutilisable jusqu'à dix fois, avec une remise en état en 24 heures.

Le lanceur européen Ariane 6, opérationnel en 2020, ne sera pas réutilisable. Le débat continue sur la nécessité ou non de maîtriser les technologies de réutilisation en Europe. Celle-ci ne dispose ni d'un moteur de forte puissance, à poussée modulable et réutilisable, ni de la maîtrise du retour d'étage, sur lesquels les États-Unis travaillent depuis dix ans déjà. Alors qu'Ariane 6 fonctionne avec trois moteurs (un à poudre et deux cryogéniques), Falcon 9 fonctionne avec un seul moteur semi-cryogénique (oxygène liquide et kérosène). Or seul un tel moteur peut être utilisé sur les deux étages d'un lanceur.

SpaceX a maîtrisé avec succès la rentrée dans l'atmosphère terrestre d'éléments de lanceurs grâce à la mise à disposition par la NASA et le DoD (*Department of Defense*, ou ministère de la défense) des technologies développées depuis la fin des années 1980. Outre la modulation très fine de la poussée des moteurs, il s'agit de maîtriser le profil de retour dans toutes ses composantes physiques (algorithmes de vol, aérodynamisme, précision d'atterrissage...). Si SpaceX a fait le choix d'un retour à la verticale (*toss back*), d'autres parient sur un retour en parachute ou même un retour ailé comme la navette américaine.

Quelle réutilisabilité européenne ? C'est seulement en 2015 que le CNES et ArianeGroup ont décidé d'initier le programme Prometheus, un moteur à oxygène et méthane liquides, qui permettrait une division par dix des coûts et une réutilisabilité sur un lanceur encore à déterminer. Après les premiers tests prévus en 2020, Prometheus pourrait être disponible en 2025.

Outre le moteur Prometheus, l'Europe porte deux projets :

- Callisto, un démonstrateur de lanceur à échelle 1/10 permettant de tester le retour du 1^{er} étage, le programme de vol et l'atterrissage sur un point précis. Il est développé par les agences spatiales française (le CNES), allemande et japonaise, mais sans l'Agence spatiale européenne (ESA) ni ArianeGroup ;

- Themis, un démonstrateur d'un étage porté par le CNES et ArianeGroup, qui sera proposé au financement des États de l'ESA (environ 200 millions d'euros), pour un 1^{er} essai en vol qui pourrait intervenir vers 2025.

La maîtrise de la réutilisation des lanceurs nécessitera une évolution d'Ariane 6. Cette évolution est permise par le degré de maturité maintenant atteint par la filière moteurs des lanceurs civils (oxygène et hydrocarbures liquides). Un tel choix, qui abandonnerait donc la propulsion solide pour le civil, réduirait les synergies civil-militaire (missiles balistiques M51) aux compétences de maîtrise d'œuvre système, de programmes de vol et de pilotage.

Le bilan coûts-avantages de la réutilisabilité reste controversé à ce stade. Ainsi, si ArianeGroup estime que la réutilisation du 1^{er} étage n'entraînerait qu'une économie de 10 % sur le prix d'un lancement, le CNES et SpaceX estiment cette économie à 30 %.

Le maintien d'une chaîne de production de lanceurs nécessite entre 6 et 10 exemplaires ; ArianeGroup regrette de ne pas voir garanties les 3 à 5 commandes institutionnelles prévues par an. En effet, à la différence de toutes les autres puissances spatiales, il n'existe pas de règle assurant une préférence européenne pour les lancements institutionnels. Ainsi, c'est SpaceX qui devrait lancer cette année et l'année prochaine les trois satellites SARah de reconnaissance radar utilisés par l'armée allemande...

Même les commandes sur le marché commercial des lancements ne sont pas certaines pour Ariane 6 : le prix de 130 millions de dollars pour le lancement de deux satellites, qui équilibre le projet industriel, risque d'être supérieur à ce que proposeront les concurrents. La société SpaceX facture près de 100 millions de dollars par lancement à la NASA ou au DoD, mais descend à 50 ou 60 millions pour un lancement équivalent sur les marchés commerciaux. Arianespace évoque à nouveau l'hypothèse d'un soutien à l'exploitation des lancements d'Ariane 6 sur le marché concurrentiel. Derrière les pratiques commerciales de SpaceX, on peut imaginer la volonté délibérée du gouvernement américain d'assurer une domination sur un secteur jugé stratégique.

Une autre controverse concerne la cadence des lancements. Alors que les États-Unis réalisent entre 20 et 30 lancements par an, l'Europe n'en réalise qu'une dizaine, dont un tiers pour des satellites institutionnels, les autres devant être cherchés sur les marchés concurrentiels pour amortir les lignes de production.

Le CNES considère maintenant que la preuve est faite par SpaceX et qu'il n'y a pas d'autre choix que la réutilisabilité. Mais le point reste controversé, au motif qu'en Europe le modèle économique n'est pas encore prouvé, que le marché ne le justifie pas, que la réduction des prix d'Ariane 6 est suffisante pour les besoins européens et que la priorité du moment est d'assurer le succès d'Ariane 6 en 2020.

En conclusion, la maîtrise des technologies de réutilisation des lanceurs ne fait actuellement pas consensus en Europe. Certes, au plan scientifique, elle conditionne notre capacité collective à maîtriser des connaissances clés qui irrigueront un grand nombre de domaines de R&D technologiques, de secteurs industriels et de services. Mais, au niveau stratégique, est-elle la condition de la préservation de notre autonomie d'accès à l'espace ? Au plan de l'attractivité pour nos jeunes scientifiques, les ruptures technologiques constituent très certainement un élément fondamental. Face au scepticisme européen croissant, le programme Ariane représente un argument puissant.

Dans la perspective de la prochaine conférence ministérielle de l'ESA de fin 2019, il conviendra de s'interroger sur les évolutions possibles d'Ariane 6.

Elon Musk a indiqué qu'il avait dépensé jusqu'à présent 1 milliard de dollars pour développer la récupération et la réutilisation. Selon ce que l'on souhaite récupérer et comment, les estimations de besoin de financement public varient entre 1 et 3 milliards d'euros en Europe. Or ces dépenses ont un effet de levier important sur l'activité économique. L'ESA a calculé que, pour 100 euros dépensés pour le développement d'Ariane 5, 320 euros sont générés en valeur ajoutée dans l'économie.

Il apparaît souhaitable de simplifier la gouvernance des programmes européens de lanceurs, par exemple avec un rapprochement entre l'ESA et la Commission européenne et un cœur industriel composé des trois pays principaux contributeurs (France, Allemagne et Italie).

Cette évolution devrait aussi entraîner un assouplissement du principe de retour géographique, actuellement appliqué à 0,01 % près, entraînant redondances de compétences et duplications d'investissements, au profit d'un système (*smart geo-return*) fondé sur la compétitivité comparée et l'optimum industriel.

Il conviendra de s'entendre enfin sur une préférence européenne pour tous les lancements institutionnels des pays de l'ESA. La signature, le 25 octobre 2018, par l'ESA et cinq de ses pays membres d'une déclaration commune sur l'exploitation institutionnelle d'Ariane 6 et Vega C, constitue à cet égard un premier pas.

En élargissant la perspective au-delà des lanceurs, il est important de rappeler que le spatial répond aux grands enjeux sociétaux, comme la lutte contre la fracture numérique ou la connaissance de la situation environnementale de la Terre.

La conférence ministérielle de l'ESA fin 2019 pourrait être l'occasion, y compris pour l'Office, de réexaminer les priorités sur l'ensemble de la filière spatiale (lanceurs, satellites et services).

M. Cédric Villani, député, premier vice-président de l'Office.- Merci beaucoup. Devant partir rapidement, je poserai mes questions dès maintenant, même si mes collègues Bruno Sido et Catherine Procaccia sont plus experts que moi pour avoir travaillé sur le sujet dans le passé pour l'Office. Je tiens en premier lieu à saluer le travail remarquable accompli sur cette question des lanceurs en temps réduit, avec une belle liste de références et de personnes consultées, une réflexion solide et des enjeux bien dégagés.

Il s'agit d'une question scientifique et technologique, mais aussi, comme cela a été souligné, hautement politique, avec à la fois une question de souveraineté nationale, et un effet de levier de ces recherches scientifiques et technologiques sur l'économie. Comme cela a bien été dit, du côté américain, des forces considérables soutiennent le secteur, avec la mise à disposition de SpaceX de l'expertise technologique de la NASA, avec une force de frappe médiatique et financière et également avec une souplesse considérable du modèle. Il est hallucinant que quelqu'un comme Jeff Bezos mette personnellement un milliard de dollars sur la table chaque année pour le développement du spatial. On se dit que la compétition est difficile. Et pour autant, on a également l'impression que si on abandonne les lanceurs, comme l'ont fait nos collègues britanniques, on va se retrouver dans une situation de dépendance intolérable au niveau européen : qu'est ce qui empêchera nos amis chinois, russes ou américains, de nous concocter des tarifs exorbitants, afin de terminer de saboter notre industrie en la matière ? Il y a aussi une stratégie américaine qui semble délibérée pour protéger son secteur, avec le *Buy American Act* et toutes sortes de moyens et de régulations par lesquels la puissance publique favorise l'industrie américaine.

Cette dimension politique doit être mise sur la table. On peut débattre sur le fait de savoir si l'Office doit proposer une recommandation stratégique ou pas. On peut s'interroger aussi sur la question de savoir si, après tout, le sujet de souveraineté sort *stricto sensu* du périmètre de l'Office. Cependant, je trouve personnellement que le fait qu'il y ait un sujet de souveraineté considérable mérite d'être souligné.

Deuxièmement, c'est un sujet dans lequel les acteurs français sont souvent en conflit entre eux. Par exemple, le constructeur de satellites Thales reproche les subventions considérables au secteur des lanceurs, où on perd de l'argent, alors que la valeur ajoutée est dans les satellites. Les relations sont tendues entre le CNES et ArianeGroup. Arianespace

insiste sur l'importance de réussir d'abord Ariane 6, avec en parallèle le lancement de nouveaux développements à la conférence ministérielle de l'ESA prévu fin 2019. En outre, des incertitudes planent sur la viabilité financière de SpaceX, selon un article paru dans *Forbes* le 11 décembre 2018. Ceci dit, j'ai tendance à penser que si SpaceX se retrouvait en difficulté, quelqu'un s'occuperait de le sauver.

Nous sommes face à une situation complexe où il ne faut pas nous laisser effrayer par les responsabilités. Il me semble qu'il faut reconnaître qu'il y a un débat, et soit faire des recommandations précises, soit dire qu'il y a des choix possibles pour la puissance publique, et quels sont les choix cohérents pour éviter de se retrouver dans un scénario dans lequel la puissance publique retiendrait une partie d'une recommandation, un morceau d'une autre, etc. sous l'effet de l'action des différentes parties prenantes, sans vraie direction globale. Je souhaitais en tout cas insister sur ces deux thèmes, de la souveraineté d'une part, et du fait que nous nous trouvons face à des grands choix qui font planer aussi un danger sur toute notre industrie en la matière, d'autre part. Nous devons bien avoir conscience de cela.

Mme Laure Darcos, sénatrice.- En tant que rapporteure budgétaire sur la recherche, je propose de compléter ce que ce qui vient d'être dit, dans le sens de ce qu'évoquent les responsables du CNES. Lorsque je les ai auditionnés, certains ont reconnu qu'en fait SpaceX avait eu raison avant les autres sur les moteurs réutilisables et qu'il faudrait n'en avoir qu'un seul. Est-ce qu'il est encore temps de revenir en arrière en cherchant à n'avoir plus qu'un seul réacteur sur Ariane 6, avec quels coûts financiers ?

M. Bruno Sido, sénateur.- Au fond, Yannick d'Escatha, président du CNES jusqu'en 2013, avait raison. Pour Ariane 6, il voulait, je l'ai compris par la suite, éluder le problème de la récupération, en disant que le 1^{er} étage d'Ariane 6 devait être construit avec un moteur à poudre. Et il ajoutait que jamais un lancement n'avait raté à cause de la poudre, que c'était beaucoup moins cher, qu'il n'y avait rien à récupérer et qu'il fallait bien entendu développer un moteur réallumable. Il a été développé, sous le nom de Vinci. Mais on n'a pas imaginé qu'il soit à poussée modulable ! Donc on s'est complètement trompé sur Ariane 6.

La gouvernance est une autre vraie difficulté. On l'a écrit, il n'est pas possible que ça continue comme ça, avec une règle du retour géographique aussi précise. D'autant qu'*in fine*, cerise sur le gâteau, les Américains, qui sont loin d'être aussi libéraux qu'ils le disent, ont décidé que leurs lancements devaient respecter la préférence nationale, pour des motifs de secret défense. Et nous, les Européens, nous retenons en premier critère le coût, ce qui est ridicule. Il y a du souci à se faire, de mon point de vue, pour le programme européen. D'autant plus que, pour ce qui concerne la souveraineté, au fond, les Britanniques ont raison, on trouvera toujours un lanceur fiable pour lancer un satellite, sauf en cas de guerre. En revanche, en cas de guerre, nous ne pourrions rien lancer non plus de Kourou, parce qu'il faudra transporter nos fusées en Guyane en traversant l'océan, avec le risque d'une attaque par un sous-marin. Il faudrait développer notre centre spatial à Solenzara en Corse, mais on sait très bien que si on s'installe là, à la même latitude que les Russes dans le Kazakhstan, on perd 30 à 40 % de masse utile, pour la même puissance initiale de la fusée. On a eu une belle période avec Ariane 5, mais c'est maintenant devenu trop cher. Même si nous mobilisons à cet effet des cerveaux remarquables en France et en Europe, je crains que le président de Thales n'ait raison, et qu'il faille envisager de cesser ce programme, si l'on veut éviter un gâchis considérable.

Mme Catherine Procaccia, sénateur.- Je suis moins pessimiste. Nous avons vécu des conflits entre les acteurs lors de nos travaux de 2015. En 2012, pour nous concentrer sur le

sujet de la note qui porte sur les lanceurs spatiaux réutilisables, quand on réfléchissait à la question, personne ne voulait alors en entendre parler. Dans les tables rondes de 2015, il a bien été dit qu'il ne fallait pas créer de nouveau lanceur pour trouver des satellites à y loger, mais que c'était l'évolution des satellites qui devait déterminer celle des lanceurs.

En 2012, alors qu'était évoquée la première réflexion sur les constellations de petits satellites, personne n'y croyait en France et plus généralement en Europe. Je reconnais que le programme européen n'est pas optimal, mais cela ne me semble pas suffire pour arrêter complètement Ariane 6.

Dans la note qui nous est présentée, un point important pour l'opinion publique devrait être évoqué : il s'agit de l'aspect durabilité et empreinte écologique des lanceurs. On ne sait pas si le modèle économique du lanceur réutilisable est vraiment viable, mais on n'a jamais voulu y réfléchir avant 2015. En revanche, sur le plan écologique et durabilité, va-t-on continuer indéfiniment à envoyer dans l'espace des lanceurs dont les débris posent encore plus de problèmes depuis que l'on lance des petits satellites et des constellations de satellites très nombreux ? Il faudrait compléter les aspects économiques de la note par ce thème plus environnemental, et aussi mieux concentrer le texte écrit sur les aspects de réutilisabilité.

J'ai retrouvé dans mes notes qu'il avait existé des projets de réflexion d'Airbus autour d'un concept dénommé Adeline, pour des fusées partiellement réutilisables. On peut s'interroger également sur la notion même de réutilisabilité, qui peut porter sur tout ou partie de la fusée.

M. Cédric Villani, député, premier vice-président de l'Office.- Avant de vous quitter, je souhaiterais ajouter deux commentaires. Parmi les complications du sujet, il faut prendre en compte que celui-ci inclut les lanceurs en tant que tels, mais aussi tout un ensemble de savoir-faire et de techniques annexes avec leurs enjeux propres. Quand on visite le site des Mureaux, il est frappant de constater qu'y sont développés quantité d'innovations et de procédés, en lien avec différentes industries. Si on arrête le programme actuel, on perdra – de manière irréversible – un ensemble d'« écosystèmes » et de techniques de pointe qui l'accompagnent. La réorientation éventuelle des programmes ne constitue pas seulement un enjeu budgétaire, des arbitrages et des tableaux financiers, il y a aussi des centaines de personnes qui travaillent sur le projet dans son format actuel, un discours, une gestion.

L'intégration des remarques constructives de Catherine Procaccia améliorera la note finale, comme on l'a vu pour celle portant sur les enjeux sanitaires et environnementaux de l'huile de palme

Présidence de Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office

Mme Catherine Proccacia, sénateur, vice-présidente.- Il faudrait que l'Office continue à réfléchir dans la perspective de la conférence interministérielle de l'ESA prévue en 2019. À cet égard, je voulais signaler que le groupe des parlementaires pour l'espace (GPE) a explosé, sans mauvais jeu de mots... Pour autant, avec Jean-Luc Fugit, avec Bruno Sido et d'autres parlementaires, nous pouvons continuer à suivre ces dossiers au sein de l'Office. C'est la raison pour laquelle j'aimerais bien, personnellement, que, dans le texte de la note, on mentionne explicitement que le spatial est un sujet que l'Office suit depuis longtemps. Avant le rapport sur la politique spatiale européenne de Bruno Sido et moi-même en 2012, il y avait eu les rapports de Paul Lorient en 1991, d'Henri Revol en 2001 et d'Henri Revol et Christian Cabal en 2007. Le CNES espère continuer à être suivi au Parlement. Cela

peut sembler un détail, mais ce sera d'autant plus opportun si, en 2020, Ariane 6 ne devait pas être au point.

M. Jean-Luc Fugit, député, rapporteur.- Il faudrait reconstituer un groupe associant sénateurs et députés, notamment parce que les années 2019 et 2020 seront déterminantes, puisqu'Ariane 6 devrait être opérationnelle en 2020. Je suis d'accord pour que l'Office poursuive la réflexion engagée sur le sujet de l'espace. Mais surtout, il faut s'interroger sur l'aval de la filière. J'ai le sentiment que, si bien évidemment les lanceurs sont importants, il ne faut pas négliger le reste. S'agissant des satellites et des services, il faut vraiment qu'on y voie un peu plus clair pour faire là aussi éventuellement des recommandations, c'est tout aussi important que les lanceurs.

Au risque d'enfoncer une porte ouverte, pendant au moins 20 ans, l'Europe a connu le succès avec Ariane. Ensuite, les autres, Américains et Chinois, ont accéléré. À ce stade, la question à se poser est celle de savoir si l'Europe accepte d'être distancée. Les enjeux de 2019 semblent importants. En rédigeant la note, nous nous sommes rendu compte d'un manque de vision collective, par exemple dans la règle du retour géographique appliquée à 0,01 %. J'ai géré des projets de recherche quand j'étais vice-président d'université, y compris dans le cadre de programmes européens, mais 0,01 %, c'est vraiment exagéré, et cela semble traduire un climat de défiance entre partenaires européens, alors qu'il s'agit d'un sujet fédérateur et que les autres pays accélèrent, qu'il s'agisse de la Chine, des États-Unis, de l'Inde ou de la Russie.

M. Bruno Sido, sénateur.- Les Russes reviendront dans la course, ils disposent d'un lanceur très fiable, bien qu'il ait explosé lors d'un vol récent. C'est le seul lanceur en mesure d'envoyer des hommes dans l'espace. Les Américains ont bien compris, pour leur part, avec le réalisme anglo-saxon qui les caractérise, que faire administrer le secteur aérospatial par la NASA ne fonctionnait pas, et c'est bien pourquoi la NASA ne fait plus que réfléchir et concevoir des programmes qu'elle fait réaliser par SpaceX, entre autres... La sous-traitance au privé avec des fonds publics me semble la seule bonne solution.

M. Jean-Luc Fugit, député, rapporteur.- Je viens moi-même du secteur public, j'ai interrogé en ce sens le ministre d'État chargé de la transition écologique et solidaire à propos de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), je pense que les partenariats public-privé (PPP) sont à développer dans le spatial comme, un jour peut-être, dans le domaine énergétique. On pourrait même se poser la question d'une PPE – je rêve un peu – européenne, si l'on veut avoir des capacités d'investissement et de recherche au bon niveau. Je serais entièrement d'accord pour dire que le modèle américain présente cet avantage. La NASA amorce la pompe, et avec les fonds privés et les opérateurs privés, assure la propagation du phénomène. Le coût est celui de la réaction chimique qu'on initie, et qui ensuite se propage. En France, on est un peu frileux sur le sujet. La gouvernance du spatial est également très complexe en Europe. Je m'interroge aussi sur le positionnement de l'Allemagne par rapport à Ariane. Est-ce qu'à un moment donné, les Allemands ne se seraient pas sentis écartés de certaines décisions qui ont pu être prises, notamment concernant Ariane 6 ? Je me tourne vers mes collègues sénateurs qui ont plus expérience.

M. Bruno Sido, sénateur.- En effet, il ne faut pas oublier que si les Américains et les Russes ont réussi à développer leur secteur spatial, c'est grâce aux Allemands. A la fin de la guerre, ils ont recruté chacun la moitié des chercheurs de ce pays. Les Allemands ont un vrai savoir-faire. Mais les autres pays, la France en particulier, ont toujours considéré l'Allemagne d'un peu haut.

Mme Catherine Procaccia, sénateur.- Nous avons pu constater que l'Allemagne n'avait pas du tout la même stratégie que la nôtre, leur stratégie étant d'abord fondée sur leurs industriels et leurs besoins. On nous a ri au nez en 2012 lorsque nous avons dit qu'il faudrait connaître l'évolution des satellites avant de construire les lanceurs. Pendant des années en France, on a axé toute la stratégie spatiale sur les lanceurs et très peu sur les satellites, et ce n'est que lorsque l'on s'est rendu compte qu'il n'était plus possible de répondre aux besoins des satellites qu'a été décidé, difficilement, de lancer le programme Ariane 6. Toutes les incertitudes actuelles, nous les avons entendues en 2012, lorsque nous avons commencé nos auditions alors que se prenait la décision de faire Ariane 6 en même temps qu'Ariane 5. Nous nous étions alors dit qu'on n'en avait pas les moyens.

Mme Laure Darcos, sénatrice.- Avez-vous une réponse à ma question sur les moteurs ? On ne peut pas revenir en arrière ?

Mme Catherine Procaccia, sénateur.- Cela semble difficile à ce stade. J'espère qu'on ira au bout du programme et qu'il réussira. À titre purement personnel, je soulignerais que, s'il a été abondamment dit que l'avenir des satellites passait par les microsattelites, il semble pour autant que nombre de ces constellations peinent à se développer, à trouver des financements. Peut-être l'évolution pour les satellites est-elle aussi sur une période de deux à trois ans ? Dans une vision optimiste, si les mini-satellites et les très grosses constellations fonctionnent moins bien qu'attendu, finalement, Ariane 6 pourrait permettre, avec ses deux versions, de répondre aux besoins.

M. Bruno Sido, sénateur.- Pour ce qui me concerne, je considère qu'Ariane 6 est un avatar d'Ariane 5, sans réelle nouveauté majeure : on a essayé de construire un lanceur « *low-cost* » pour continuer à disposer de notre propre lanceur, mais il n'a aucune des qualités requises pour demain. En particulier, les constellations de satellites réclament une précision extraordinaire de positionnement, et par conséquent cela réclame un moteur à poussée modulable, que nous n'avons pas. Pour construire un tel moteur à poussée modulable, il faudrait 10 à 15 ans de développement. Donc, nous allons produire Ariane 6, qui fonctionnera, avec des subventions pour équilibrer le plan de commercialisation, puis tout s'arrêtera tout doucement.

Mme Catherine Procaccia, sénateur.- Je vous propose de poursuivre l'examen de la note sur les lanceurs réutilisables lors d'une prochaine réunion. Il conviendra de mettre un peu plus l'accent sur les aspects durables et techniques de la réutilisabilité. Il importe que la note soit publiée avant la conférence de l'ESA de fin 2019, mais cela laisse un délai.

M. Bruno Sido, sénateur.- En conclusion, il ne faut pas oublier qu'Ariane 5 n'a pas été prévue à l'origine pour lancer des satellites, mais pour lancer la navette Hermès. Et donc si par exemple le moteur Vulcain s'allume quelques secondes avant le décollage, c'est parce que le protocole le prévoyait, s'il y avait des hommes à l'intérieur de la navette, pour vérifier son bon fonctionnement. On a réussi à utiliser Ariane 5 en couplant deux satellites de 10 à 12 tonnes. Mais cette méthode présente des défauts, avec un manque de cohérence. On a sauvé Ariane 5, en réussissant à faire des lancements groupés, mais ce n'était pas sa finalité originelle.

M. Jean-Luc Fugit, député, rapporteur.- J'ai bien entendu les commentaires constructifs, je vous propose d'intégrer les remarques qui ont été faites en amendant la note en tant que de besoin.

Mme Catherine Procaccia, sénateur.- Cédric Villani a évoqué pour sa part un certain nombre de points portant sur les recommandations. A priori, il suffira de présenter succinctement les modifications, comme pour le réexamen de la note sur l'huile de palme, qui avait été très rapide. Le secteur spatial est très particulier, et nous sommes sans doute peu nombreux à nous y intéresser en profondeur.

Échange de vues sur le programme de travail 2019

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office.- Notre réunion d'aujourd'hui est la dernière de l'année 2018 ; nous reprendrons nos travaux le jeudi 17 janvier prochain.

Pour le début de 2019, notre programme s'annonce déjà bien rempli. Nous aurons d'abord à prévoir l'examen de trois rapports : sur l'expertise des risques sanitaires et environnementaux en France et en Europe, sur lequel travaillent nos collègues Philippe Bolo, Anne Genetet, Pierre Médevielle et Pierre Ouzoulis ; sur les scénarios technologiques permettant d'atteindre l'objectif d'un arrêt de la commercialisation des véhicules thermiques en 2040, avec Stéphane Piednoir et Huguette Tiegna ; sur l'évaluation du rapport du Comité consultatif national d'éthique sur les États généraux de la bioéthique, dont les rapporteurs sont Annie Delmont-Koropoulis et Jean-François Eliaou.

Plusieurs auditions publiques seront organisées, notamment sur l'expérimentation animale, sur les zones à régime restrictif dans le cadre de la protection du potentiel scientifique et technique de la nation, sur les tendances de la recherche en matière d'énergies renouvelables, sur la question des publications scientifiques et sur le bilan dix ans après des recommandations du rapport de l'Office de Roland Courteau sur la prévention et l'alerte du risque de tsunami sur les côtes françaises en métropole et outre-mer.

Nous poursuivrons l'examen de notes scientifiques, notamment sur les pertes de biodiversité avec Jérôme Bignon, sur le stockage de l'électricité avec Angèle Préville, sur les accélérateurs de particules avec Cédric Villani, sur la politique de vaccination, les technologies quantiques, etc.

Mme Florence Lassarade, sénatrice.- Je suis intéressée par deux des sujets évoqués : l'expérimentation animale et la politique de vaccination.

Mme Catherine Procaccia, sénateur.- Si certains membres de l'Office ont des sujets à proposer, qu'ils n'hésitent pas à se manifester auprès du secrétariat de l'Office.

Enfin, nous avons reçu un courrier de saisine de la commission des affaires économiques du Sénat, qui souhaiterait que l'Office se penche sur la question de la valorisation énergétique des terres agricoles. Nous désignerons à la rentrée de janvier deux rapporteurs, l'un parmi les membres députés de l'Office, l'autre parmi les membres sénateurs. Ils devront, dans un premier temps, nous présenter une étude de faisabilité permettant de bien cadrer le champ de leur travail sur cette saisine. L'Office a déjà étudié les questions de transition énergétique mais là, il s'agit d'approfondir son impact sur l'agriculture.

Mme Laure Darcos, sénatrice.- Je crois en effet qu'il sera important de regarder toutes les expérimentations mises en place par les agriculteurs. Il y en a chez moi en Essonne,

comme dans les Yvelines chez Sophie Primas, présidente de la commission des affaires économiques, qui nous saisit.

Mme Catherine Procaccia, sénateur.- Je rappelle que les rapporteurs pourront faire évoluer la saisine s'ils le jugent nécessaire. C'est ce que nous avons fait par exemple avec Jean-Yves le Déaut pour notre rapport sur les biotechnologies. L'Office en décidera dans le cadre de l'examen de l'étude de faisabilité, le cas échéant.

M. Jean-Luc Fugit, député.- Sur le programme d'abord, je pense qu'il faudra se préoccuper de la question des satellites. Sur la saisine de la commission des affaires économiques du Sénat, le sujet m'intéresse beaucoup. Je siége d'ailleurs au Conseil national de la transition écologique au titre de la commission du développement durable de l'Assemblée nationale. Mais il faudra bien délimiter le sujet, qui peut être restreint à la participation des agriculteurs à la production d'énergie, ou élargi avec une réflexion sur la transition agro-écologique, les évolutions des méthodes de l'agriculture, la question de l'autoconsommation énergétique, etc.

Mme Catherine Procaccia, sénateur.- C'est précisément le rôle de l'étude de faisabilité de permettre de bien définir le sujet après un certain nombre d'auditions.

Je voudrais évoquer la question des notes scientifiques. Elles ont le grand avantage d'impliquer beaucoup plus de membres de l'Office que les deux ou trois rapports habituels par an mais je voudrais savoir quel est leur impact. Sont-elles reprises ? Quelles sont leurs retombées ? Par exemple, la semaine dernière en séance a eu lieu une discussion sur l'huile de palme ; pas un seul des sénateurs présents n'avait lu la note de l'Office sur le sujet. Sont-elles citées à l'extérieur comme le sont les rapports ?

Mme Laure Darcos, sénatrice.- Pour ma part, je trouve ces notes très utiles mais je me pose la question de leur diffusion car, avant d'arriver à l'Office, je ne les avais pas reçues. Il faudrait par exemple qu'elles puissent être évoquées en réunion de groupe.

M. Jean-Luc Fugit, député.- Deux remarques sur les notes courtes. Paradoxalement, il me semble qu'une note envoyée par mail a moins d'impact qu'une note en format papier. Le flot de communications électroniques reçues par les parlementaires ne permet pas de les identifier facilement. Je l'ai vécu avec ma note sur la rénovation énergétique des bâtiments que j'avais envoyée sous forme électronique à tous les membres de la commission du développement durable et dont personne ne m'a jamais parlé. La deuxième observation, plus générale, est sur la place de l'Office, auquel je suis pourtant très attaché. J'ai le sentiment, à l'Assemblée nationale au moins, qu'il n'est pas reconnu, qu'il a presque un caractère extra-parlementaire. C'est dommage car on y travaille sur des sujets très intéressants. Par exemple, si je n'avais pas été membre de l'Office, je n'aurais probablement jamais lu la note sur l'huile de palme d'Anne Genetet qui traite d'un sujet passionnant et important.

M. Jean-François Eliaou, député.- Je ne suis pas certain qu'il y ait une si grande différence entre la version électronique et la version papier de ces notes. Comme parlementaires, nous recevons également beaucoup de papier et ce à quoi on accorde de l'attention dépend beaucoup des habitudes de travail de chacun. En revanche, je regrette qu'il n'y ait pas une meilleure publicité des travaux de l'Office et en particulier que les commissions, à l'Assemblée nationale comme au Sénat, ne se saisissent pas de nos travaux et ne les considèrent pas comme un élément de fond scientifique de la discussion. On n'éclaire

pas les collègues alors que c'est notre mission. La couverture média et communication de nos travaux est également insuffisante. Nous avons commis une petite erreur collective lors de la sortie du rapport bioéthique, retardée d'une semaine. Mais cette ouverture aux médias doit être renforcée. Enfin, je partage l'idée que l'Office est une sorte de *spin-off* de l'Assemblée nationale et du Sénat. Nous sommes considérés comme des scientifiques un peu poussiéreux s'occupant de sujets déconnectés de l'actualité alors que c'est totalement faux et que notre travail pourrait servir de base à de nombreuses discussions législatives.

Mme Catherine Procaccia, sénateur.- Mon expérience de membre de l'Office depuis une douzaine d'années me permet de nuancer un peu ces propos. L'Office peut par exemple demander l'inscription d'un débat en séance publique sur un sujet sur lequel il a travaillé. Cela a été fait par exemple sur la politique spatiale, mais aussi sur d'autres thématiques ; nous l'avons fait au Sénat et Jean-Yves Le Déaut plusieurs fois à l'Assemblée nationale. C'est également à nous-mêmes de faire la publicité de nos travaux, dans nos groupes et dans nos commissions, par exemple en distribuant les quatre pages de présentation des rapports ou les notes scientifiques. L'Office est bien connu à l'extérieur et dans le monde scientifique, il faut qu'il le soit aussi dans nos assemblées.

M. Jean-François Eliaou, député.- Deux autres sujets d'études me paraissent importants à mentionner pour notre Office : la diplomatie scientifique et l'évaluation scientifique.

Mme Florence Lassarade, sénatrice.- Dans le même ordre d'idées, la question des *fake news* dans le domaine scientifique est extrêmement prégnante et mériterait qu'on se penche dessus.

Mme Catherine Procaccia, sénateur. – Ces thématiques sont, il me semble, un peu à la marge des compétences de l'Office.

M. Jean-François Eliaou, député.- J'insiste car la science est un langage universel et a un intérêt universel, d'où l'importance de la diplomatie scientifique. Néanmoins, dans nos discussions avec nos partenaires étrangers, il faut savoir où cela s'arrête car l'espionnage scientifique est aussi un vrai sujet. Pour l'évaluation de la science, je m'inquiète des effets de mode qui entraînent un biais dans la sélection des chercheurs et des publications et qui aboutit à une sorte de façonnage de la politique scientifique française et mondiale. L'Office a un rôle à jouer dans cette matière, tout comme sur l'intégrité scientifique, sur laquelle Anne Genetet travaille au long cours.

Mme Florence Lassarade, sénatrice.- Un autre sujet concerne le matériel médical implantable, dont la presse a parlé cette semaine.

Mme Catherine Procaccia, sénateur. - Je remercie chacune de vous pour ces observations et propositions.

La séance est levée à 11 h 15

Membres présents ou excusés

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Députés

Présents. - M. Jean-François Eliaou, M. Jean-Luc Fugit, M. Cédric Villani

Excusés. - M. Julien Aubert, M. Christophe Bouillon, Mme Émilie Cariou, Mme Valéria Faure-Muntian, M. Claude de Ganay, M. Antoine Herth, M. Patrick Hetzel

Sénateurs

Présents. - Mme Laure Darcos, Mme Florence Lassarade, Mme Catherine Procaccia, M. Bruno Sido

Excusés. - M. Jean-Marie Janssens, M. Ronan Le Gleut, M. Rachel Mazuir, M. Stéphane Piednoir