



La nouvelle dynamique des programmes habités américains

Recherches & Documents

N°11/2021

Paul Wohrer

Chargé de recherche, Fondation pour la recherche stratégique

Avril 2021

SOMMAIRE

LA NOUVELLE DYNAMIQUE DES PROGRAMMES HABITES AMERICAINS.....	1
INTRODUCTION	1
1. LA NASA SOUS GEORGE W. BUSH : DEUX DIRECTIONS POUR LE RENOUVEAU DU PROGRAMME SPATIAL AMERICAIN	2
1.1. Le programme Constellation, illustration de la traditionnelle relation entre la NASA et ses fournisseurs	2
1.2. COTS, une nouvelle façon d'organiser les relations entre la NASA et ses fournisseurs	4
2. BARACK OBAMA ET LE SUCCES DE L'APPROCHE COMMERCIALE	6
2.1. Le programme Commercial Crew Development-2 (CCDev2).....	8
2.2. Le Space Launch System.....	8
3. LE PROGRAMME LUNAIRE DE L'ADMINISTRATION TRUMP, SYNTHESE ENTRE APPROCHES TRADITIONNELLES ET COMMERCIALES.....	9
3.1. Présentation du programme	10
3.2. Artemis, un programme équilibré mais fragile.....	11
4. LA NASA ET SPACEX, ENTRE COOPERATION ET COMPETITION	12
CONCLUSION	14
ANNEXE 1 EVENEMENTS CLES DES PROGRAMMES HABITES AMERICAINS DEPUIS L'AN 2000	15

La nouvelle dynamique des programmes habités américains

Introduction

Le 22 avril 2021, la capsule Crew Dragon décollera de Cap Canaveral en Floride, emportant avec elle Thomas Pesquet pour la mission Alpha, prévue pour durer six mois à bord de la Station Spatiale Internationale. Thomas Pesquet deviendra le premier Français à voler sur le véhicule Crew Dragon.

Il y a quelques mois, le premier vol habité de cette capsule avait généré un enthousiasme médiatique important, certains notant l'aspect « historique » de cette mission. Pour la première fois, des astronautes de la NASA sont en effet lancés dans l'espace par un vaisseau conçu, développé et opéré par une entreprise privée. Cette date marque la fin d'un chapitre particulier de l'histoire spatiale américaine, sur lequel il semble aujourd'hui nécessaire de revenir afin de comprendre les enjeux de la période qui s'ouvre.

Le lancement de Crew Dragon est l'aboutissement de près de deux décennies de développements ininterrompus, caractérisés par une modification profonde des relations entre la NASA et ses fournisseurs¹. La NASA a mis en place, au cours du programme Commercial Orbital Transportation System (COTS), une nouvelle gestion des programmes spatiaux, caractérisée par l'apparition de nouveaux contrats laissant plus de latitude à ses fournisseurs pour développer des systèmes spatiaux. Ces changements dans la gestion interne des programmes de la NASA sont en train de devenir la norme et définissent un nouveau type de relations entre la NASA et les acteurs commerciaux.

¹ Voir frise chronologique en annexe.

1. La NASA sous George W. Bush : deux directions pour le renouveau du programme spatial américain

1.1. *Le programme Constellation, illustration de la traditionnelle relation entre la NASA et ses fournisseurs*

Le 1^{er} février 2003, la navette spatiale Columbia se désintègre lors de sa rentrée atmosphérique. Le choc est grand pour les Etats-Unis, et plus encore pour la NASA, que la perte de sept astronautes marque profondément.

D'un point de vue programmatique, la navette spatiale était également nécessaire pour l'accomplissement de la stratégie spatiale de l'époque², concentrée sur l'étude de la Terre et du climat, ainsi que pour la construction de la Station Spatiale Internationale (ISS).

L'année 2003 est par ailleurs marquée par un contexte international troublé. Les attentats du 11 septembre ont eu lieu deux ans auparavant et les Etats-Unis débutent une longue guerre en Irak. En octobre, la Chine lance son premier taïkonaute, devenant ainsi le troisième pays à disposer d'une capacité de lancement d'astronautes.

Une nouvelle direction apparaît nécessaire pour la NASA, le prestige international des Etats-Unis étant fortement atteint. George W. Bush déclare en 2004 la mise en place d'un nouveau programme d'exploration du système solaire. Cette annonce très courte (moins de six minutes) a été motivée par les conclusions de la commission d'enquête sur l'accident de la navette Columbia. Le nouveau programme n'a pas généré beaucoup d'enthousiasme à l'époque³.

Ce programme lunaire peut être considéré comme la suite logique des programmes précédents. D'après l'historien Dwayne A. Day, la NASA suit depuis ses origines une stratégie de long terme qu'il nomme « le paradigme de Von Braun »⁴, une suite logique de développements technologiques pour l'expansion humaine dans le système solaire. Le paradigme Von Braun postule quatre étapes : le développement d'un véhicule réutilisable (la navette), le développement d'une station spatiale en orbite terrestre, des missions sur la Lune et enfin des voyages habités vers Mars. Après le développement de la navette dans les années 1970, de la station spatiale dans les années 1980, la Lune apparaissait donc comme une destination naturelle pour la NASA.

L'objectif affiché du nouveau programme lunaire, appelé Constellation, est la construction d'un nouveau véhicule, une première mission habitée avant 2014, un retour sur la Lune d'ici 2020 et la préparation de futures missions vers Mars. Ce programme, contrairement à la course à la Lune des années 1960, devra être conçu en coopération internationale.

² National Aeronautics and Space Administration, « [2003 Strategic Plan](#) ».

³ Jeff Foust, « [The Reaction to the Exploration Plan](#) », *The Space Review*, 3 octobre 2005.

⁴ Inspiré par les travaux de l'ingénieur Wernher Von Braun, responsable de la création des fusées V2 allemandes et de la fusée lunaire Saturn V du programme Apollo (Dwayne A. Day, « The Von Braun Paradigm », *Space Times*, novembre-décembre 1994, pp. 12–15).

La configuration technique du programme a été détaillée en 2005⁵. Il prendra la forme d'un véhicule habité appelé Orion, et de deux nouveaux lanceurs, Ares I et V, issus des technologies héritées de la navette spatiale. Le développement d'un atterrisseur lunaire, Altair, était également prévu à terme.

La très grande majorité des efforts et du budget de développement de systèmes habités était à l'époque consacrée à ce programme. En comparaison, le budget du programme *Commercial Crew and Cargo*, qui a abouti au retour d'astronautes américains dans l'espace en 2020, était environ dix fois plus faible⁶.

Traditionnellement, les activités de la NASA comportent la conception des systèmes dans les moindres détails. Toutes les caractéristiques techniques des systèmes sont ainsi définies par les ingénieurs de la NASA, jusqu'aux matériaux et outils à utiliser pour concevoir les véhicules spatiaux. C'est ainsi que furent conçus le programme Apollo, la Navette spatiale et la Station spatiale. La NASA devient également propriétaire des systèmes ainsi développés et de la propriété intellectuelle qui s'y rattache. Dans ce cadre, elle achète donc des véhicules qu'elle fait construire sur mesure par ses fournisseurs industriels.

Le programme Constellation a été conçu sur ce modèle. Le rôle des fournisseurs consiste principalement à suivre les demandes de la NASA, ce qui inclut des coûts de développement. Ces coûts sont pris en charge par la NASA à travers un type de contrat appelé « *Cost-plus* », qui permet au fournisseur de faire régler les coûts de développement par son client (la NASA) et de disposer d'une marge prédéterminée à la signature du contrat.

Ce type de contrat est très utilisé dans les domaines dans lesquels l'Etat est le principal (sinon le seul) client, tels que la défense ou le domaine spatial. Dans la plupart des cas, la performance des systèmes, leur fiabilité ou encore une livraison dans les temps importent plus que le coût des systèmes.

La majorité des risques repose ainsi sur le client (l'Etat) plutôt que sur le fournisseur (l'entreprise), ce qui est souhaitable dans beaucoup de programmes de recherche et développement, où le résultat attendu ne peut être précisément estimé. Le coût final des systèmes est en effet difficile à déterminer pour les recherches très innovantes, ce qui pourrait faire peser un risque pour le fournisseur s'il assumait tous les coûts non anticipés au départ. Ce sont des risques que le fournisseur ne souhaite généralement pas prendre car une trop grande incertitude peut menacer son modèle économique.

La gestion du programme Constellation peut ainsi être comparée au programme Apollo : le président Kennedy avait demandé à la NASA de poser un homme sur la Lune et de le ramener sain et sauf sur terre en moins de dix ans. L'important pour la NASA était donc de remplir l'objectif demandé, peu importaient les coûts. Pour Apollo, de nombreux contrats furent passés avec des fournisseurs privés pour développer les systèmes nécessaires à la réalisation de cet objectif.

⁵ NASA, « [Exploration Systems Architecture Study](#) », National Aeronautics and Space Administration Report, novembre 2005.

⁶ Voir les estimations de budget du département exploration de la NASA pour l'année fiscale 2011, disponibles sur : https://www.nasa.gov/pdf/428356main_Exploration.pdf (p. 3).

Les contrats *cost-plus* choisis pour le programme Constellation présentent donc l'avantage de faire peser sur la NASA les risques de surcoûts éventuels. Ce type de contrat a cependant pour conséquence de ne pas encourager les fournisseurs à économiser leurs ressources pour développer les systèmes, car tous les coûts leur sont remboursés.

Ceux-ci peuvent malheureusement dériver lorsque la technologie est trop complexe, ou que l'exécution du contrat n'est pas menée de manière efficace. Ce fut le cas du programme Constellation, qui vit ses coûts augmenter drastiquement et prit du retard au cours de son développement.

Ces contrats ont un autre défaut majeur : dans le cas où les fonds du donneur d'ordre (la NASA) à manquer, le développement des systèmes par les fournisseurs est très fortement ralenti. Les contrats *cost-plus* ne sont efficaces que lorsque les fonds sont abondants, en raison de la nature incertaine du développement de nouvelles technologies. Si les fonds restent suffisants malgré les imprévus, le développement se poursuit généralement jusqu'à son terme. Si en revanche les fonds viennent à manquer, les programmes accumulent les retards, voire risquent d'être annulés. Un montant maximum pour ces programmes est attribué à la NASA par le Congrès. En cas de dépassement trop important, ce dernier peut décider de ne pas poursuivre le financement.

Si le programme Apollo a été mené à son terme en 1969, c'est parce qu'il bénéficiait d'un soutien politique important et bipartisan dans une bataille de prestige international durant la Guerre froide. Il a ainsi pu consommer une partie importante du budget fédéral américain⁷. Le programme Constellation n'a pu bénéficier d'un tel soutien politique, ce qui a mené à son annulation en 2010 par l'administration Obama.

1.2. COTS, une nouvelle façon d'organiser les relations entre la NASA et ses fournisseurs

La fin programmée de la navette spatiale⁸ en 2010 laissait les États-Unis sans capacité de transporter du fret ou des astronautes dans l'espace, les rendant dépendants du vaisseau Soyouz russe jusqu'à ce qu'un remplaçant à la navette puisse prendre le relais.

En 2005 l'arrêt de la navette a été perçu par certains comme une opportunité. En effet le programme Constellation allait permettre le développement de deux nouveaux lanceurs, Ares I et Ares V, ainsi que du vaisseau Orion. Cette capsule devait être capable de transporter des astronautes vers l'ISS, et plus tard sur la Lune et même jusqu'à Mars. La NASA se retrouvait cependant sans capacité de transport de cargo vers l'ISS.

Le programme COTS⁹ est né de la volonté de Michael Griffin¹⁰, administrateur de la NASA en 2005. Chargé par George W. Bush de mettre en place le programme Constellation, il

⁷ Jusqu'à 4 % du budget et 0,5 % du PIB américain durant le pic des dépenses, en 1966.

⁸ L'arrêt de la navette était prévu pour 2010 mais un vol supplémentaire a conduit au report de la fin du programme à 2011.

⁹ Pour *Commercial Orbital Transport Services*. Cependant, l'acronyme préexistait, évoquant généralement des produits et services disponibles dans le commerce. Il signifie « *Commercial Off-the-Shelf* », que l'on peut traduire par « disponible sur étagère ». Le choix de cet acronyme n'est donc pas un hasard, la NASA souhaitant mettre l'accent sur l'aspect commercial, et non gouvernemental, de ce programme.

démarre en parallèle un programme visant à permettre le développement rapide de vaisseaux de fret pour ravitailler la station spatiale internationale. Ce programme, COTS, doté de 500 millions de dollars, comporte plusieurs originalités par rapport aux contrats traditionnels entre la NASA et ses fournisseurs : il est basé sur des contrats « *fixed price* », à prix fixes. Contrairement aux contrats *cost-plus*, le montant est fixé à l'avance, il doit inclure les coûts de développement du système ainsi que la marge du fournisseur. La NASA ne doit pas être le seul investisseur dans le projet de l'entreprise. Le montant investi par la NASA dans le projet doit être égal ou inférieur aux investissements provenant d'autres sources. (fonds propres, fonds d'investissement, etc.) Les paiements sont effectués à échéances négociées (*milestones*), qui permettent à la NASA de s'assurer que le programme avance correctement. Si les avancées de l'entreprise ne sont pas conformes à ces étapes, le contrat peut être renégocié ou rompu. Le programme est basé sur la concurrence entre deux entreprises afin d'éviter la création d'un monopole à l'issue du contrat de développement.

Le parti-pris d'un investissement limité, qui force les entreprises à trouver d'autres sources de financement, est lié à l'expérience de Michael Griffin à In-Q-Tel (*voir note 10*), où cette pratique est répandue¹¹. La NASA souhaite acheter des services mais ne veut pas en être l'unique client. L'agence spatiale renonce ainsi à la propriété des véhicules mais aussi à la propriété intellectuelle qui leur est attachée, n'achetant que les services fournis par ces entreprises qui sont par ailleurs libres de les vendre sur le marché commercial. Il convient donc que d'autres clients soient intéressés par l'achat de ces services, ce qui doit inciter l'industrie à attirer des investisseurs extérieurs ayant confiance dans le projet.

Ce programme n'a pas complètement rencontré le succès espéré : une des entreprises sélectionnées, RocketPlane Kistler, n'a pas réussi à réunir les fonds demandés par la NASA pour aboutir à un paiement d'étape, ce qui a conduit à la fin de son contrat. Cependant, les fonds alloués à RocketPlane Kistler ont pu être redéployés et financer le projet d'une autre entreprise, Orbital Sciences Corporation, qui le mènera à bien avec son véhicule Cygnus.

Moins financé que le programme Constellation, le programme COTS est pourtant un grand succès technique. Pour un montant total de 788 millions de dollars entre 2005 et 2011, soit environ 130 millions de dollars par an en moyenne, la NASA a permis le développement de deux nouveaux lanceurs (Falcon 9 et Antares) ainsi que de deux véhicules de ravitaillement de l'ISS (Dragon et Cygnus). Le succès du programme COTS a été salué par de nombreux observateurs ainsi que par le *Government Accountability Office*, équivalent de la Cour des Comptes aux Etats-Unis¹². Durant ce programme, les investissements privés cumulés en fonds propres, atteignant environ 1 milliard de dollars, ont été plus importants que ceux de la NASA.

Le lanceur Falcon 9 développé par SpaceX au cours du programme effectuée pour la première fois un vol de démonstration en décembre 2010, quelques mois avant le dernier vol de la

¹⁰ Mike Griffin a été notamment président du fonds d'investissement In-Q-Tel, utilisé par la CIA pour financer les entreprises dont les technologies l'intéressent. Il est également proche d'Elon Musk, PDG de SpaceX, et a été le chef technique de l'entreprise Orbital Science Corporation. Ces deux entreprises seront sélectionnées par le programme COTS.

¹¹ Interview de Michael Griffin pour le projet d'histoire orale du centre Johnson de la NASA, 2013, disponible sur : https://historycollection.jsc.nasa.gov/JSCHistoryPortal/history/oral_histories/C3PO/GriffinMD/GriffinMD_1-12-13.htm

¹² NASA, « [Commercial Orbital Transportation Services – A New Era in Spaceflight](#) », NASA report, 2014, p. 96.

navette spatiale. Selon certaines estimations de la NASA, le recours à des contrats à prix fixes aurait divisé le coût de développement de ce lanceur par dix comparé à une approche *cost-plus* traditionnelle¹³.

2. Barack Obama et le succès de l'approche commerciale

Barack Obama, élu en 2008, estimait depuis longtemps que le programme Constellation n'était pas pertinent au regard d'autres priorités telles que l'éducation ou la politique de santé publique. Il avait ainsi annoncé, durant sa campagne, que le programme Constellation serait retardé de cinq ans afin de financer ses plans pour l'école maternelle¹⁴. Lors de sa campagne, il avait par ailleurs déclaré : « *la NASA a perdu de vue ses objectifs, elle n'inspire plus le public. Je ne pense pas que nos enfants regardent les lancements de la navette spatiale. C'était auparavant quelque chose d'incroyable, ça n'est même plus considéré comme faisant partie des actualités* »¹⁵.

En 2009, Barack Obama demande un rapport sur l'état des programmes spatiaux de la NASA. Une commission est mise en place, présidée par Norman Augustine, ancien PDG de Lockheed Martin. Le rapport produit par cette commission devient la base du changement de politique spatiale impulsé par Barack Obama durant son mandat¹⁶.

En février 2010, la Maison blanche publie son projet pour la NASA¹⁷. Celui-ci est marqué par :

- la fin du programme Constellation, en raison de son coût, des retards et de l'insuffisance du financement du programme. Un programme de développement de technologies spatiales doit le remplacer ;
- l'accent mis sur les missions robotiques et les sciences de la terre ;
- la confiance placée dans les acteurs commerciaux pour fournir des services de lancement d'astronautes vers la Station spatiale.

Plusieurs membres du Congrès critiquent ce projet, en particulier dans les Etats qui accueillent les centres de la NASA et pour lesquels la sauvegarde de nombreux emplois dépend largement du programme Constellation. Ils déclarent que la fin du programme de vols habités américains est proche, et annoncent qu'ils s'opposeront vigoureusement à cette politique¹⁸, qui, selon certaines sources, pourrait engendrer la perte de 30 000 emplois¹⁹.

¹³ Edgar Zapata, « [An Assessment of Cost Improvements in the NASA COTS/CRS Program and Implications for Future NASA Missions](#) », American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2017, p. 10.

¹⁴ Version archivée du programme de campagne de Barack Obama de 2008 disponible sur : https://web.archive.org/web/20080607133915/https://obama.3cdn.net/a8dfc36246b3dcc3cb_lem6bxpqgh.pdf

¹⁵ Traduction de l'auteur.

¹⁶ Review of U.S. Human Spaceflight Plans Committee, « [Seeking a Human Spaceflight Program Worthy of a Great Nation](#) », 2009.

¹⁷ Joel Achenbach, « [Obama Overhauls NASA's Agenda in Budget Request](#) », *Washington Post*, 11 février 2010.

¹⁸ Tariq Malik, « [NASA Chief Takes Blame for Budget Backlash](#) », *Space.com*, 6 février 2010.

¹⁹ Amy Klumper, « [As Job Losses Mount, Republicans Ratchet Up Criticism of NASA Plan](#) », *Space News*, 6 juillet 2010.

Pour répondre à ces critiques, Barack Obama modifie sa politique spatiale lors d'un discours à Cap Kennedy en avril 2010²⁰. Il prévoit ainsi la construction d'un lanceur géant, inspiré des travaux conduits durant le programme Constellation, le *Space Launch System* (SLS), qui lancera la capsule Orion développée pour Constellation. Une première mission est prévue vers un astéroïde pour le milieu des années 2020.

L'accent est mis sur la confiance accordée aux entrepreneurs commerciaux pour fournir les services nécessaires à la NASA afin de maintenir la station spatiale en orbite, après l'arrêt du programme des navettes spatiales en 2011²¹. Par ailleurs, Barack Obama projette d'augmenter de budget de la NASA de 6 milliards sur cinq ans. Une autre décision importante fut la conservation de la Station Spatiale Internationale au moins jusqu'en 2020.

Plusieurs raisons ont été invoquées pour justifier ce changement de direction. Tout d'abord, la commission Augustine de 2009 a noté que le programme Constellation n'était pas soutenable financièrement dans sa forme actuelle. L'annulation de ce programme majeur a également été justifiée par un changement de philosophie politique des objectifs poursuivis par le vol habité. En effet, le retour sur la Lune n'était pas en phase avec les ambitions de la nouvelle administration, qui accordait plus d'importance aux capacités développées par les Etats-Unis (lanceur lourd, capsule habitée de nouvelle génération) qu'au prestige associé à la répétition des missions de type Apollo. L'administration Obama souhaitait mettre l'accent sur le développement de nouvelles technologies devant permettre à terme une implantation durable des activités humaines dans l'espace.

Le second changement d'importance concerne le développement de véhicules commerciaux habités. Le rapport de la commission Augustine recommande à la NASA de démarrer au plus tôt un programme dédié au développement d'une capacité habitée, au fonctionnement calqué sur le programme COTS.

Durant le mandat de Barack Obama, deux programmes de développement de véhicules habités ont donc été poursuivis en parallèle :

- les programmes Orion et SLS, destinés à concevoir des véhicules appartenant à la NASA et opérés par la NASA pour effectuer des missions lointaines, développés sur la base des traditionnels contrats *cost-plus* ;
- le programme *Commercial Crew Development-2*, destiné à faire développer par des entreprises privées des solutions de transport d'astronautes que la NASA pourrait ensuite acheter en tant que services. Ces contrats, comme le programme COTS, ont été conçus sur la base de contrats *fixed-price*.

Ces programmes, bien que théoriquement développés en parallèle et sans concurrence possible entre eux, ont été comparés par de nombreux analystes, généralement en défaveur du programme SLS en raison de ses retards et dépassements de budgets.

²⁰ Discours de Barack Obama sur l'exploration spatiale au 21^{ème} siècle, avril 2010, Disponible sur : https://www.nasa.gov/news/media/trans/obama_ksc_trans.html

²¹ Review of U.S. Human Spaceflight Plans Committee, *op. cit.*, p. 11.

2.1. Le programme Commercial Crew Development-2 (CCDev2)

Reprenant la structure du programme COTS, qui avait montré son efficacité, le programme *Commercial Crew-2* est lancé par l'administration Obama. Trois entreprises sont sélectionnées : Boeing, avec une nouvelle capsule « CST-100 », SpaceX, qui propose une évolution de sa capsule « Dragon », et Sierra Nevada avec une petite navette spatiale appelée « Dreamchaser ». Selon le même schéma que le programme COTS, la NASA passe des contrats à prix fixes avec ses fournisseurs.

La NASA anticipe les premiers vols en 2017. Sierra Nevada a été éliminée de la compétition en 2014, la NASA ne l'ayant pas sélectionnée pour la dernière phase du programme, qui inclut donc Boeing et SpaceX. Le coût total du programme est estimé à 8,5 milliards de dollars. Les contrats reçus incluent le développement des véhicules spatiaux, ainsi que leurs six vols opérationnels par véhicule jusqu'en 2024. Les contrats obtenus par Boeing ont coûté au total 4,9 milliards de dollars, tandis que le programme de SpaceX a coûté 3,1 milliards. Ceci correspond à un coût par siège sur le véhicule de Boeing estimé à 90 millions de dollars, contre 55 millions de dollars pour SpaceX²².

Le premier vol de test de Boeing, en décembre 2019, n'a pas rempli ses objectifs et n'a pas pu s'amarrer à la Station Spatiale Internationale. Boeing devrait effectuer un nouveau vol non habité pour démontrer la sécurité de son véhicule en 2021, repoussant le premier vol habité à 2022 si tout se déroule bien.

Le premier vol habité de SpaceX, prévu pour 2017, a pris trois ans de retard. Il a eu lieu le 30 mai 2020, avec amarrage à la station spatiale le lendemain. Les astronautes sont revenus sur Terre en août 2020. Ce vol marque le retour du vol habité américain, après neuf ans de dépendance au véhicule Soyouz russe.

2.2. Le Space Launch System

La logique qui sous-tend le développement du programme SLS est liée à la nécessité perçue pour les États-Unis de disposer d'un lanceur habité « lourd » pour soutenir les futures missions d'exploration américaines. Sa capacité, plus de 100 tonnes en orbite basse terrestre, est justifiée par la complexité des futures missions d'exploration de l'espace lointain, qui nécessiteront un lanceur lourd quelle que soit la destination retenue.

Cette proposition a été particulièrement soutenue par le Congrès durant l'année 2010, qui a marqué la mise en place du programme²³. 2011 était l'année du dernier vol de la navette spatiale, et il était attendu que le nouveau lanceur en réutilise de nombreux composants, dont ses moteurs, dans un nouveau projet qui permettrait de conserver une partie des emplois liés aux navettes.

²² NASA Office of Inspector General, « [Nasa's Management of Crew Transportation to the International Space Station](#) », 14 novembre 2019, p. 4.

²³ Voir « [National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2010](#) », US Congress, 11 octobre 2010, p. 2808.

Le lanceur est très en retard. Les spécifications techniques du projet ont été longues à définir, ce qui a valu à la NASA de nombreux rappels à l'ordre de la part du Congrès²⁴. Son premier vol, initialement prévu pour 2016, n'est désormais pas envisagé avant 2021.

Le programme a également largement dépassé son budget initial. A l'origine estimé à 10 milliards de dollars, il devrait avoir coûté 17 milliards lors de son premier vol de test, inhabité²⁵. Pour son second vol, prévu pour être le premier vol habité, le montant du programme SLS est estimé à 22 milliards. En incluant la capsule Orion et tous les systèmes-supports de la mission, la NASA pourrait avoir dépensé 50 milliards de dollars pour les programmes SLS et Orion en 2024²⁶. Il s'agit du plus grand programme de recherche et développement de la NASA depuis de la navette spatiale, il y a cinquante ans.

Ce projet bénéficie cependant d'un très fort soutien politique qui rend peu probable une annulation dans les prochaines années. Il est lié aux emplois que le programme génère dans les Etats où sont situées des usines des fournisseurs du SLS et du module Orion²⁷, dans la plupart des cas appartenant aux entreprises qui ont travaillé pour le programme de la navette spatiale. Par ailleurs, la majorité des équipements sont déjà construits en vue du premier vol, prévu pour 2021.

Ce programme fonctionne selon la même logique contractuelle que les programmes Constellation, Navette et Apollo. L'utilisation de contrats *cost-plus* et les retards ont généré de nombreuses critiques envers le SLS, à la fois à l'extérieur de la NASA mais aussi, parfois, de la part de ses propres auditeurs. Ceux-ci ont concentré leurs accusations sur Boeing, dont les erreurs techniques ont généré au moins 4 milliards de dollars de coûts supplémentaires ainsi que deux ans et demi de retard²⁸. Ils estiment par ailleurs que les bonus financiers reçus par Boeing au cours du programme ne sont pas justifiés au vu des mauvaises performances de l'entreprise, et ne l'ont pas incitée à s'améliorer.

En 2017, le président Donald Trump signe la *Space Directive 1*, qui demande à la NASA de poser un humain sur la Lune en 2024. Ce programme, baptisé *Artemis*, devra utiliser le lanceur SLS ainsi que la capsule Orion pour accomplir l'objectif fixé par la Maison blanche.

3. Le programme lunaire de l'administration Trump, synthèse entre approches traditionnelles et commerciales

Ce qui était il y a dix ans un programme expérimental et secondaire constitue aujourd'hui la pierre angulaire du programme Artemis. Le nouveau projet lunaire autorisé par Donald Trump reposera beaucoup sur le même type de partenariats que le programme COTS.

²⁴ Jeff Foust, « [Heavy-lift Limbo](#) », *The Space Review*, 18 juillet 2011.

²⁵ NASA Office of Inspector General, « [NASA's Management of Space Launch System Program Costs and Contracts](#) », 10 mars 2020, p. 3.

²⁶ Jason Davis, « [To Mars, with a Monster Rocket: How Politicians and Engineers Created NASA's Space Launch System](#) », *The Planetary Society*, 3 octobre 2016.

²⁷ Il s'agit particulièrement de la Floride, de l'Utah, du Texas, du Colorado, de l'Alabama, de la Louisiane et de la Californie. Carte interactive disponible sur : <https://www.nasa.gov/specials/ESDSuppliersMap/index.html>

²⁸ NASA Office of Inspector General, *op. cit.*, p. 7.

3.1. Présentation du programme

Ce programme est constitué de trois éléments principaux :

- le lanceur lourd SLS lançant la capsule Orion vers la Lune ;
- la *Lunar Gateway*, une station orbitale lunaire capable de manœuvrer autour de la Lune pour permettre des atterrissages ;
- un ou plusieurs atterrisseurs lunaires chargés de transporter les astronautes à la surface.

Si l'utilisation du SLS et de la capsule Orion est toujours prévue par la NASA, presque tous les autres éléments seront développés selon le principe des contrats à prix fixes. Cela n'exclut pas l'usage futur de contrat *cost-plus* pour ces développements, mais le type de partenariat créé lors du contrat COTS semble être devenu le standard au sein de la NASA.

Les éléments du programme développés sous contrats *fixed-price* sont :

- le module de puissance et de propulsion de la Lunar Gateway, attribué à Maxar,
- le module d'habitation et de logistique de la Lunar Gateway, attribué à Northrop Grumman et basé sur son vaisseau de ravitaillement de l'ISS Cygnus,
- des modules-cargo permettant de ravitailler la Lunar Gateway (le premier contrat a été accordé à SpaceX),
- des atterrisseurs lunaires capables de poser des humains sur la Lune (attribué à SpaceX²⁹),
- des atterrisseurs robotiques capables de poser des instruments et du cargo sur la Lune (neuf entreprises ont été sélectionnées).

Les éléments appartenant à la NASA et développés sous des contrats *cost-plus* sont :

- le lanceur SLS, capable de lancer la capsule Orion vers la Lune,
- la capsule Orion, capable de s'amarrer à la Lunar Gateway et de ramener les astronautes sur Terre,
- les combinaisons spatiales lunaires, développées par la NASA³⁰,
- un rover scientifique développé par la NASA, devant voler sur l'un des atterrisseurs lunaires commerciaux.

²⁹ NASA, « [Source Selection Statement- Appendix H: Human Landing System, Option A Next Space Technologies for Exploration Partnerships-2 \(NextSTEP-2\)](#) », 16 avril 2021.

³⁰ Il semble cependant que la NASA s'oriente vers un partenariat commercial pour le développement des combinaisons spatiales. Voir NASA, « [Artemis Generation Moonwalkers, Space Station to Use Spacewalk Services Developed Through NASA-Industry Partnerships](#) », 14 avril 2021.

On peut constater que le programme Artemis inclut à la fois des éléments conçus selon une approche *cost-plus* traditionnelle (SLS et Orion) et d'autres – sous des contrats *fixed-price*, qui sont désormais pleinement intégrés au programme et considérés comme nécessaires à sa réussite. Le programme Artemis apparaît donc comme une synthèse entre la méthode traditionnelle et l'approche commerciale des développements spatiaux habités.

3.2. Artemis, un programme équilibré mais fragile

En mars 2019, le vice-président Mike Pence avait annoncé l'objectif de retour sur la Lune en cinq ans. Il n'est cependant aujourd'hui pas acquis que les Etats-Unis seront capables de réaliser cet objectif, qui bute, d'emblée, sur des obstacles techniques :

- Le programme SLS est très en retard. Sa date de lancement recule d'année en année : son premier vol est désormais prévu en 2021 et il n'est pas certain qu'il soit capable d'effectuer son troisième vol (celui du retour sur la Lune) en 2024. Le calendrier est donc particulièrement contraint et la NASA n'a pas le droit à l'erreur. Les solutions alternatives pour lancer la capsule Orion, si elles existent bel et bien, ne permettent cependant pas d'accélérer le calendrier³¹, le SLS restant ainsi l'une des pierres angulaires du projet Artemis.
- La *Lunar Gateway* doit encore être développée sans problème ni retard, ce qui constitue un défi important au vu des innovations qui doivent être encore démontrées.
- Enfin, les contrats d'atterrisseurs lunaires viennent d'être signés, et le développement de ceux-ci en quatre ans seulement est une gageure – même si certains s'appuient sur des technologies éprouvées, et si la NASA accepte un niveau de risque important pour la première mission Artemis. L'atterrisseur le plus avancé à l'heure actuelle, le Starship de SpaceX, subit actuellement de grandes difficultés.

Le second obstacle est d'ordre politique et, partant, financier. Aux Etats-Unis, la portée géopolitique des grands projets spatiaux facilite souvent les décisions bipartisans. Le programme Apollo était une démonstration de prestige dans le contexte de la Guerre froide, et la date annoncée pour son accomplissement à la fin de la décennie, bien après le mandat du président Kennedy, n'en faisait pas un problème de politique nationale. De même le projet de station spatiale, conçu sous Ronald Reagan comme un moyen de défier l'Union soviétique en créant un programme incluant les puissances alliées des Etats-Unis, s'est mué en Station Spatiale Internationale réunissant les ennemis d'hier dans un projet scientifique commun. A l'inverse, le programme Artemis a été vu par de nombreux observateurs comme un projet purement américain au profit du président Donald Trump. La date prévue pour le premier alunissage, en 2024, soit à la fin de l'hypothétique second mandat du président, avait renforcé cette analyse.

³¹ Jim Bridenstine, administrateur de la NASA sous l'administration Trump, l'a expliqué durant une présentation disponible sur cette vidéo : <https://youtu.be/o2gz2E-Wrws?t=1794>

La Chambre des Représentants, à majorité démocrate depuis les élections de mi-mandat en 2018, a rechigné à autoriser le budget dont la NASA disait avoir besoin pour accomplir l'objectif fixé par la Maison blanche à la NASA. Elle a cherché à le modifier en créant un programme plus large, « Moon to Mars », qui n'imposerait un alunissage qu'en 2028 et un vol en orbite martienne en 2033³².

La défaite de Donald Trump pourrait également remettre en cause le programme. La politique spatiale de Joe Biden est encore inconnue, mais l'ancien vice-président de Barack Obama pourrait à son tour changer la direction de la NASA et favoriser l'étude du climat plutôt que les projets d'exploration planétaire³³.

Par ailleurs la récession suivant la pandémie de Covid-19 pourrait évidemment rendre plus difficile l'environnement budgétaire du projet.

4. La NASA et SpaceX, entre coopération et compétition

SpaceX est de loin l'entreprise qui a attiré le plus l'attention parmi les acteurs dits du « New Space » créés au début des années 2000 par des milliardaires américains tels que Jeff Bezos (Amazon et Blue Origin), Richard Branson (Virgin et Virgin Galactic) et Elon Musk (Paypal, Tesla et SpaceX).

SpaceX a connu de nombreuses difficultés jusqu'à son premier lancement réussi en 2008. Cette même année, l'entreprise frôle la faillite, mais l'obtention du contrat COTS avec la NASA la sauve *in extremis*. Dès lors, SpaceX devient un fournisseur régulier de la NASA, qui lui achète régulièrement des services de cargo vers la Station Spatiale.

L'entreprise enchaîne les succès avec comme « produit phare » le lanceur Falcon 9, vendu sur le marché des satellites de télécommunications et qui va rapidement concurrencer les lanceurs russes (Proton), ukrainiens (Zenit) et européens (Ariane 5), qui jusqu'alors se partageaient le marché. Au cours de la décennie suivante, Falcon 9 devient le lanceur le plus utilisé pour lancer des satellites géostationnaires, permettant aux Etats-Unis de capter 70 % de ce marché en 2020³⁴.

Par ailleurs, SpaceX parvient à développer des technologies remarquables, telles que le retour d'étages de lanceur au sol ou sur des barges en pleine mer pour leur réutilisation. Le vol de test du lanceur Falcon Heavy, en février 2018, a ainsi été pensé comme une démonstration spectaculaire : les deux propulseurs latéraux du lanceur ont atterri côte à côte à Cap Canaveral, et le lanceur a propulsé en orbite héliocentrique la voiture personnelle d'Elon Musk, une Tesla.

³² Jeff Foust, « [House Introduces NASA Authorization Bill that Emphasizes Mars over Moon](#) », *Space News*, 24 janvier 2020.

³³ Jeff Foust, « [From the Moon to the Earth: How the Biden Administration might Reshape NASA](#) », *Space News*, 20 novembre 2020.

³⁴ Mission pour la Science et la Technologie, « [Synthèse de la situation de SpaceX au 31 décembre 2020](#) », Ambassade de France aux Etats-Unis, décembre 2020.

SpaceX est indissociable de la personnalité de son fondateur. Personnage charismatique et excentrique, il a su intégrer ses équipes dans sa vision d'une humanité multi-planétaire. Il a également réussi à obtenir les faveurs des « *Space Enthusiasts* », un ensemble hétéroclite de militants favorables à la conquête spatiale, qui comprend des associations soutenant l'exploration spatiale ainsi que de plus en plus d'internautes anonymes.

La source du succès de sa communication peut être trouvée dans la manière dont Elon Musk mobilise différents mythes américains à son avantage. Il est en effet l'archétype du *self-made man* : il a créé de nombreuses entreprises aux Etats-Unis et a fait fortune lui-même. C'est également un immigrant d'Afrique du Sud qui a choisi les Etats-Unis pour y réussir, incarnant ainsi le rêve américain. Ses ambitions de colonisation martienne pour une extension de l'humanité sont également alignées sur les idées de la Frontière et de la Destinée manifeste, deux récits fondateurs aux Etats-Unis³⁵.

En comparaison, les projets d'exploration habitée de la NASA ont souvent subi les critiques de nombreux observateurs américains, qui les considèrent parfois comme des projets gouvernementaux inutiles, voire nuisibles. Le programme SLS, en particulier, a souvent été qualifié de « *Rocket to nowhere* », expression moquant le manque de destination précise de ce lanceur sous l'administration Obama, ou encore de « *Senate Launch System* » (dénonciation de la protection dont il bénéficie au Congrès). La NASA, censée incarner la vision de l'exploration spatiale des Etats-Unis, s'est ainsi vue concurrencée sur ce thème par son fournisseur de services, SpaceX, et la vision personnelle de son PDG Elon Musk.

Ce dernier a fondé SpaceX³⁶ en 2002, dans le but de développer des technologies pour réduire le coût de l'exploration spatiale et de permettre l'installation durable d'humains sur Mars et d'autres planètes. Cet objectif initial n'a jamais varié, bien que les moyens d'y parvenir (lanceurs, vaisseaux) aient été plusieurs fois modifiés. En comparaison, la NASA a vécu plusieurs changements d'orientation liés à des accidents (Challenger en 1986, Columbia en 2003) et à différentes administrations qui ont contribué à l'instabilité de ses priorités. Le programme Constellation, décidé en 2005, a ainsi été annulé en 2010 et remplacé par un « chemin flexible », qui a abouti à un « *Journey to Mars* » en 2015 comprenant une mission vers un astéroïde.

La vision de l'exploration spatiale défendue par SpaceX apparaît donc plus stable que celle de la NASA depuis quinze ans. Ceci a débouché sur une situation paradoxale, où la NASA était en coopération avec SpaceX sur le développement de systèmes et cliente de ses produits, mais concurrente de l'entreprise pour la direction qu'elle souhaitait impulser à l'exploration spatiale.

Le programme Artemis apparaît désormais comme une opportunité de stabiliser les relations entre la NASA et ses fournisseurs. Les programmes traditionnels de la NASA, SLS et Orion, constituent le cœur du programme, mais la NASA a besoin des solutions commerciales pour mener à bien sa mission lunaire. Il semble donc que tous les acteurs du

³⁵ Le mythe de la Frontière fut théorisé par l'historien Frederick Jackson Turner, qui explique comment la démocratie américaine fut créée par l'imaginaire de la « vie sur la frontière » (Frederick Jackson Turner, « The Significance of the Frontier in American History », 1983, disponible sur : <http://nationalhumanitiescenter.org/pds/gilded/empire/text1/turner.pdf>).

³⁶ Le nom complet de l'entreprise est Space Exploration Technologies Inc.

programme habité américain trouvent peu à peu leur place dans cette nouvelle configuration, même si cet équilibre reste aujourd'hui fragile.

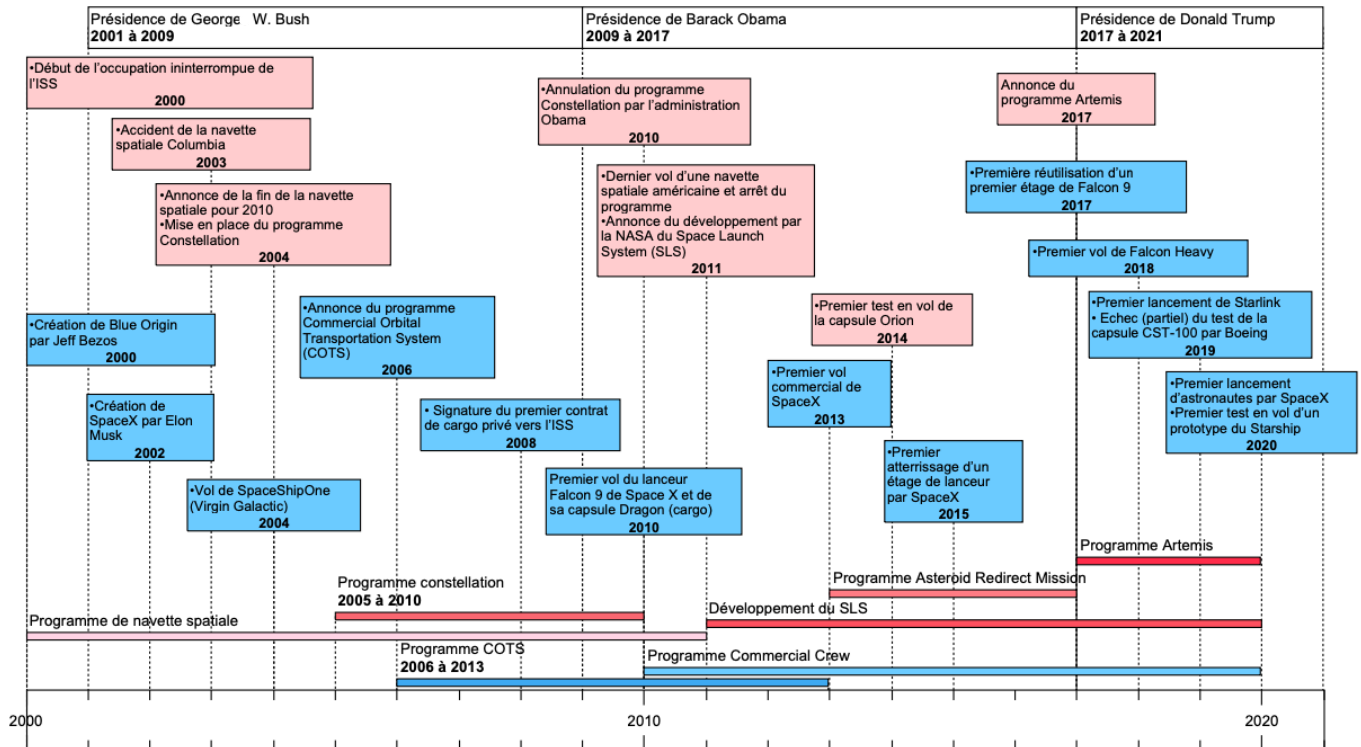
Conclusion

Les contrats à prix fixes et la compétition entre entreprises privées représentent désormais une tendance forte dans les grands projets spatiaux américains.

L'accident de Columbia en 2003 semble avoir marqué un nouveau départ dans les relations de la NASA avec les entreprises privées. L'agence spatiale se comporte désormais à la fois comme un facilitateur et un client plutôt que comme un maître d'ouvrage. Ce nouveau type de partenariats a abouti à la création d'un géant industriel, SpaceX, devenu en une décennie un acteur dominant de la scène spatiale mondiale. Les vols d'astronautes de la NASA sur les capsules SpaceX, achetées comme un service, sont vus comme le symbole de l'efficacité de ce nouveau type de partenariat. Le Pentagone s'est d'ailleurs montré très intéressé par le développement de dispositifs semblables pour ses relations avec l'industrie.

Cette évolution n'est cependant pas sans inconvénient. Elle crée en effet une forme de co-dépendance entre l'agence et ses fournisseurs de service, qui ne peuvent survivre sans elle et sans lesquels elle ne peut accomplir ses missions. La NASA tente de se prémunir contre les risques attachés à cette dépendance en faisant jouer la concurrence. Peut-être plus important pour la NASA, elle pourrait à l'avenir perdre une partie de son prestige et de sa capacité à impulser une vision de l'exploration spatiale face à des entreprises dont la communication est moins soumise aux aléas politiques et dont les objectifs pourraient s'affirmer de façon plus visible dans le programme habité des Etats-Unis.

Annexe 1 ÉVÉNEMENTS CLÉS DES PROGRAMMES HABITÉS AMÉRICAINS DEPUIS L'AN 2000



Les opinions exprimées ici n'engagent que la responsabilité de leur auteur.