

HUGO & MAXIME LISSOIR

DE LA CHAÎNE YOUTUBE AUX 340 000 FANS

2040

TOUS
DANS L'ESPACE ?

ASTRONAUTIQUE, ASTROPHYSIQUE :
CE QUE VOUS POURREZ VOIR
D'ICI 20 ANS

ALISSOIR
SCIENCES

L'ESPACE : LE GRAND ENJEU DU XXI^e SIÈCLE

Vols habités jusqu'à Mars et au-delà, débris orbitaux, astéroïdes tueurs, énergie et matière noire... l'astrophysique et l'aéronautique recèlent encore bien des mystères, pour les passionnés autant que pour toute personne ayant un jour levé les yeux vers les étoiles.

Que pourra-t-on voir dans le ciel en 2040 ?

À l'heure où la réalité rejoint la fiction, où l'espace est plus que jamais un enjeu géopolitique, économique et climatique majeur, Maxime et Hugo Lisoir nous invitent à voyager dans le temps. Entre rétrospective et prospective, le décryptage des grandes étapes passées de la conquête du cosmos, nous entraîne à la découverte de la grande aventure spatiale de demain.

Les frères Maxime et Hugo Lisoir sont les créateurs de la chaîne YouTube de vulgarisation scientifique Hugo Lisoir suivie par plus de 340 000 abonnés. Leur passion ? Tout ce qui touche à l'espace ! Ils publient toutes les semaines des dossiers complets et des vidéos de questions-réponses sur les avancées de la recherche en astronomie, en aéronautique et sur le New Space.

ISBN 978-2-37935-129-7



9 782379 351297

18 €
PRIX TTC
FRANCE

ALISIO
SCIENCES

2040
**TOUS
DANS L'ESPACE ?**

ALISIO

L'éditeur des voix qui inspirent

Suivez notre actualité sur **www.alisio.fr**
et sur les réseaux sociaux LinkedIn,
Instagram, Facebook et Twitter !

Alisio s'engage pour une fabrication éco-responsable !

Notre mission : vous inspirer. Et comment le faire sans
participer à la construction du meilleur des futurs possible ?
C'est pourquoi nos ouvrages sont imprimés sur du papier
issu de forêts gérées durablement.

Suivi éditorial : Cécile Beaucourt

Relecture-correction : Audrey Peuportier

Maquette : Sébastienne Ocampo

Design de couverture : Caroline Gioux

© 2021 Alisio,

une marque des éditions Leduc

10, place des Cinq-Martyrs-du-Lycée- Buffon

75015 Paris – France

ISBN : 978-2-37935-129-7

HUGO & MAXIME LISOIR

DE LA CHAÎNE YOUTUBE AUX 340 000 FANS

2040

TOUS DANS L'ESPACE ?

ASTRONAUTIQUE, ASTROPHYSIQUE :
CE QUE VOUS POURREZ VOIR
D'ICI 20 ANS

^ L I S I O
SCIENTES

SOMMAIRE

Avant-propos	11
Introduction	15

UN NOUVEL ÉLAN VERS LES ÉTOILES**20**

L'émergence du géant chinois	23
Lentement mais sûrement.....	24
Destination Lune	26
Le vol habité en orbite basse*	28
Logiques guerrières.....	29
Mars dans le viseur, entre autres.....	30
Par-delà la politique gouvernementale.....	31

Le changement de paradigme du <i>New Space</i> *	35
Des pratiques concurrentielles	37
Vers une baisse des prix ?.....	38
Un secteur générateur de richesses.....	40
Les États-Unis font la course en tête.....	41
Jusqu'où les innovations iront-elles ?.....	42
Mars, le pari fou de SpaceX.....	43
La tentation du tourisme spatial.....	44

De nouvelles applications	47
Le monde merveilleux de l'Internet par satellite	48
L'observation de la Terre et ses progrès	51
Dérives et dangers potentiels.....	52
La fin des satellites jetables ?	54

Les technologies de demain	59
Des lanceurs* réutilisables ?	60
Les promesses de la fabrication additive.....	61
Vers d'autres pistes de réduction des coûts	62
La piste de la miniaturisation.....	64
L'exploitation des ressources extraterrestres.....	65
Les communications spatiales par laser	67
Le futur de la propulsion spatiale	69
Débris orbitaux, astéroïdes tueurs : attention danger !.....	71
L'espace : une poubelle géante ?	72
Mieux gérer la fin de vie des satellites.....	74
Que faire des vieux satellites et des débris ?	75
Astéroïdes, météorites* et autres projectiles.....	77
L'espace deviendra-t-il un nouveau champ de conflit ?	83
L'imagerie militaire : un domaine clé	84
Le scénario d'une guerre orbitale est-il une pure fiction ?	87
Une guerre technologique et stratégique	90
Vol habité : l'humanité en orbite et au-delà ?	95
Les vols habités en orbite basse*	96
Va-t-on bientôt remarquer sur la Lune ?	99
Qui foulera le sol martien ?	103
Et l'Europe dans tout ça ?	107
Les collaborations lunaires.....	108
De nouveaux lanceurs*	110
Dans la course à la baisse des coûts.....	111
Le <i>New Space</i> * européen	114
Explorer le Système solaire (et au-delà ?).....	119
Mercure : si proche et pourtant si lointaine	120
Vénus : le retour de la star oubliée	123
La Lune : le bac à sable de l'humanité ?	127
Mars : l'objectif ultime	129
Astéroïdes, comètes, et objets interstellaires.....	133
Jupiter : la planète de tous les superlatifs	137

Autour de Saturne : Titan et Encelade.....	141
Uranus, Neptune et au-delà.....	144

L'HUMANITÉ FACE AUX MYSTÈRES DU COSMOS 148

La quête d'une exoplanète réellement habitable 151

Détecter une planète à des années-lumière de distance	152
Est-il possible de voir une exoplanète ?	154
L'Univers, source infinie de découvertes.....	157
Trouver la vie.....	159

Le silence et le bruit de l'Univers 161

Le silence des étoiles	162
Les défis	167
de la radioastronomie	167

La cosmologie face à ses fantômes 171

Matière noire : où est passée la masse de l'Univers ?.....	172
Énergie noire : qu'est-ce qui accélère l'expansion de l'Univers ?	176
Unifier la relativité générale et la mécanique quantique.....	179

Des machines incroyables au service de la connaissance 181

Des télescopes toujours plus grands	182
Des radiotélescopes toujours plus nombreux !	187
La révolution de l'astronomie gravitationnelle	189
L'astronomie multimessager, ou l'art de combiner les signaux.....	191

Conclusion

Au-delà de 2040 193

Lexique 199

Lexique 199

Les termes repérés par un astérisque dans le texte sont expliqués en fin d'ouvrage, dans la partie « Lexique ».

AVANT-PROPOS

Le but de ce livre n'est pas de prédire l'avenir. Nous n'allons pas vous annoncer à quelle date l'Homme posera le pied sur Mars ou qui sortira vainqueur de la guerre des prix qui oppose SpaceX, Arianespace et quantité d'autres entreprises de lancement orbital. Sur une durée aussi longue, c'est un exercice vain. Philip Tetlock, psychologue à l'université de Pennsylvanie, a passé toute sa carrière à étudier et à mesurer les prédictions des experts, pour conclure qu'elles ne valent en général pas mieux qu'un simple choix laissé au hasard. Il faut bien reconnaître qu'il est très facile de se tromper lorsque l'on essaie de sonder l'avenir, même sur des durées relativement courtes. Au printemps 2019, un professionnel de la croisière nous aurait sûrement ri au nez si on lui avait dit qu'il n'aurait aucun client un an plus tard. Et pourtant, il a suffi qu'un virus microscopique franchisse la barrière des espèces dans le centre de la Chine pour ébranler toutes ses convictions.

De la même manière, en l'an 2000, un expert qui aurait tenté de prédire à quoi ressemblerait le secteur spatial en 2020 se serait certainement fourvoyé sur bien des sujets. Aurait-il pu prédire la fin de carrière abrupte de la navette spatiale* ? L'avènement des fusées réutilisables ? La première observation d'ondes gravitationnelles ? Il y a fort à parier que non. S'il avait été enclin à l'optimisme, il aurait peut-être raconté l'histoire d'un voyage habité vers Mars se déroulant à notre époque. C'était après tout un des objectifs affichés de l'administration de George Bush (père) dans les années 1990. Les prédictions à long terme étant presque toujours vouées à l'échec, faut-il mettre cet ouvrage à la poubelle dès son introduction ? On espère bien que non !

Il y a en effet quelques éléments qui peuvent nous aider à déterminer le futur des activités humaines pour tout ce qui touche à l'espace. Le premier, c'est que le secteur spatial suit

des mouvements très lents, surtout du côté des programmes scientifiques. Les missions d'exploration du Système solaire et les grands observatoires astronomiques sont décidés et budgétisés des années, voire des décennies à l'avance. Les entreprises privées ont des cycles de développement plus courts, mais ne peuvent pas non plus réaliser leurs programmes spatiaux en moins de quelques années. Cette inertie dans les programmes de développement permet de se projeter facilement au moins cinq à dix ans dans le futur. Il suffit de se pencher sur les nombreux programmes qui sont actuellement engagés et qui aboutiront au cours de la prochaine décennie.

Au-delà de ce simple travail de suivi, nous allons essayer de dégager les tendances émergentes qui pourraient se développer au cours des vingt prochaines années. Pour reprendre l'exemple de notre prospectiviste de l'an 2000, il aurait peut-être pu pressentir l'émergence du *New Space**. Les sociétés Bigelow Aerospace et Blue Origin venaient alors d'être créées. Deux entreprises qui comptent beaucoup aujourd'hui dans les plans spatiaux américains. Il aurait donc été raisonnable de prédire que ces entreprises allaient être suivies par d'autres, et que ce nouveau secteur privé allait occuper une place de plus en plus importante dans les activités orbitales de l'espèce humaine. De la même manière, nous allons essayer de nous intéresser aux tendances émergentes. Quelles nouvelles pratiques, nouvelles technologies et nouvelles observations ont émergé ces dernières années, et comment pourraient-elles transformer le paysage de l'industrie spatiale, voire le quotidien de chacun ?

Pour compléter cet exercice, nous essaierons aussi de poser des limites à ce qui devrait être possible au cours des vingt prochaines années. Il y a des réponses évidentes (l'humanité va-t-elle entreprendre un voyage interstellaire ? On peut déjà répondre par la négative), et d'autres qui le sont beaucoup moins (la Chine peut-elle supplanter les États-Unis en tant que puissance spatiale ? Tentative de réponse dans le chapitre 1...).

Notre objectif, c'est qu'après avoir terminé cet ouvrage, le lecteur ait une bonne compréhension des enjeux, des possibilités et des tendances qui animeront les actualités spatiales des deux prochaines décennies. L'idée de nous projeter jusqu'en 2040 n'est

d'ailleurs pas un choix laissé au hasard. En effet, c'est une durée suffisamment courte pour pouvoir profiter de l'effet d'inertie des programmes spatiaux, ce qui nous permet d'ancrer nos humbles prédictions dans une réalité qui se dessine déjà. Mais vingt ans, c'est aussi une durée suffisamment longue pour pouvoir s'extraire de la simple prolongation de tendance. Cela nous permettra d'essayer de voir ce qu'il y a après le futur immédiat.

Le lycéen en phase de choisir ses études y découvrira un secteur en pleine croissance, qui promet des emplois nombreux et souvent bien payés. L'entrepreneur à la recherche d'une vision pourra peut-être y glaner des opportunités lui permettant de profiter de nouvelles tendances. Le sociologue centré sur la condition humaine y découvrira comment certaines nouvelles technologies et applications spatiales auront un impact profond sur les sociétés. Le politicien ayant les intérêts de son pays à cœur prendra peut-être conscience du rôle qu'il peut endosser afin de lui assurer une place prospère dans ce monde nouveau. Voilà une ambition qui manque clairement de modestie, mais après tout, on ne prend pas la plume si on ne souhaite pas voir un peu changer le monde.

INTRODUCTION

En juillet 1969, après un voyage de quatre jours et sept heures, deux hommes posaient pour la première fois le pied sur un autre corps céleste que la Terre. L'événement, retransmis en direct à la télévision, rassembla 650 millions de téléspectateurs, un record à l'époque. Certains d'entre eux, en Europe, veillèrent une nuit entière pour avoir une chance de participer à l'aventure. Le lendemain, les États-Unis décrétèrent une journée nationale de célébration. Les noms de Neil Armstrong et Buzz Aldrin entrèrent dans l'histoire, aux côtés d'un certain nombre d'images : une empreinte de pas sur le sol d'un monde étrange, un drapeau figé sur un ciel noir de jais, un vaisseau aux formes ésotériques et des silhouettes vaguement humaines sautillant de manière maladroite.

L'épopée *Apollo* a marqué les esprits comme peu de programmes d'exploration ont su le faire. Il faut dire que le voyage lunaire est un vieux rêve pour l'espèce humaine. Au II^e siècle après J.-C., Lucien de Samosate écrivit ce qui est parfois considéré comme le premier ouvrage de science-fiction. Il y racontait de manière satirique comment il s'était retrouvé sur la Lune, après qu'une tempête avait emporté son navire dans les airs. Plus d'un millénaire plus tard, Cyrano de Bergerac, l'auteur qui a inspiré Edmond de Rostand, s'aventura lui aussi dans un récit lunaire non moins satirique. Il y décrivit un peuple sélénite habitant des palais mobiles et pratiquant une sexualité libérée. Peut-être en avance sur son époque, il avait déjà imaginé un voyage à l'aide d'une fusée. Jules Verne et Georges Méliès apportèrent à coup de canon leur pièce à l'édifice, avec toujours la promesse d'aventures incroyables et de découvertes fascinantes.

Un siècle après la parution de *De la Terre à la Lune*, la réalité a rejoint la fiction. Pour les âmes intrépides des années 1960, l'espace était la promesse d'une nouvelle frontière, pleine de surprises, de dangers et de gloire. Werhner von Braun, ancien nazi reconverti ingénieur en chef de la NASA, imaginait des expéditions vers Mars à la manière des missions arctiques du XIX^e siècle : des dizaines de scientifiques et de soldats entassés dans une véritable flotte de vaisseaux interplanétaires. La Commission de l'énergie atomique américaine supervisait le développement d'un moteur nucléaire qui devait ouvrir aux hommes les portes du Système solaire. On expérimentait des canons spatiaux, des lanceurs* géants et toutes sortes de moyens de propulsion plus fous les uns que les autres. Les premières sondes interplanétaires partaient à destination de Mars et de Vénus. Cette fièvre spatiale, alimentée par la compétition idéologique entre les États-Unis et l'URSS, a duré un peu plus d'une décennie. Et puis, le soufflé est retombé...

L'aventure lunaire s'était avérée trop coûteuse, trop dangereuse, trop difficile. Une fois la démonstration de la supériorité américaine faite, il n'y avait plus vraiment de raison de poursuivre l'effort. L'exploration de la frontière spatiale était un beau rêve qui nécessitait malheureusement des dizaines de milliards de dollars. Comment les justifier face à la pauvreté, à la faim, au manque d'éducation et aux milles autres malheurs qui nous affectent ici-bas ?

Pour tous ceux qui espéraient qu'*Apollo II* allait signer une nouvelle phase d'expansion de l'espèce humaine, les cinquante années suivantes ont donc été une douche froide. L'être humain ne s'est plus jamais aventuré au-delà de l'orbite basse*. L'exploration du Système solaire s'est faite à l'aide de robots. Elle a certes mené à des découvertes excitantes et des images bouleversantes d'autres mondes, mais sans le frisson laissé par une empreinte de pas. Les années 1970, 1980, 1990 et 2000 ont signé des budgets et des ambitions en baisse pour de nombreuses agences spatiales. Le grand public a suivi ces aventures d'un peu plus loin. Les sondes *Voyager*, la navette spatiale*, le télescope *Hubble*, la Station spatiale internationale ou les rovers* martiens ont marqué les esprits, mais sans jamais reproduire l'engouement dont avait bénéficié

Apollo 11. Avec la fin de la guerre froide, le rythme des lancements orbitaux a fortement décéléré. En 1967, années de tous les records, 137 fusées orbitales avaient été tirées. En 1991, on ne comptait plus que 91 tirs. La baisse des activités spatiales de l'humanité s'est accentuée dans les décennies suivantes, jusqu'à atteindre un plus bas historique en 2004, avec seulement 54 tirs orbitaux. Un an plus tôt, l'accident de la navette *Colombia* avait tué sept astronautes, plongeant le programme de vol habité américain dans le désarroi. Pour les férus d'exploration spatiale, il n'y avait pas grand-chose à se mettre sous la dent, et les perspectives n'étaient guère réjouissantes.

C'est pourtant au cours de cette période moribonde qu'ont germé les graines d'une renaissance. Ces quinze dernières années, les activités spatiales ont connu une nouvelle accélération, partout autour du monde. Les budgets sont repartis à la hausse, entraînant avec eux des projets toujours plus ambitieux. La NASA a par exemple les yeux de nouveau tournés vers la Lune. L'agence a la ferme intention d'emmener à nouveau des hommes ainsi que les premières femmes vers la surface de notre satellite dès 2024. De nouveaux acteurs sont entrés en piste : des entreprises privées, et leurs méthodes nées dans la Silicon Valley. Elles développent leurs propres fusées, leurs propres satellites et parfois même leurs propres programmes habités, avec l'objectif affiché d'emmener des astronautes jusqu'à Mars ! Collectivement, ces entreprises ont levé plus de 25 milliards de dollars au cours de la dernière décennie. La Chine, jusqu'alors timide, a développé des projets spatiaux de plus en plus entreprenants, passant de 5 tirs annuels en 2005 à 39 en 2018. Le pays dispose maintenant de ses propres vaisseaux habités, de ses propres stations spatiales et de son propre programme d'exploration lunaire. Parallèlement, le budget de la NASA devrait atteindre en 2021 des niveaux qu'on n'avait pas vus depuis des décennies. Même chose côté européen, où une enveloppe record a été attribuée à l'ESA*, l'Agence spatiale européenne, lors de la dernière réunion de ses États membres. En 2018, 114 lanceurs* ont décollé : un niveau d'activité inédit depuis la fin de la guerre froide. On se croirait presque revenus à l'époque de la course à la Lune !

Cette nouvelle ruée vers l'espace est encore un peu discrète et donc peu connue du grand public. Des noms comme *James Webb*, SpaceX ou OneWeb ne vous évoquent peut-être pas grand-chose. Le spatial va cependant s'inviter de plus en plus fréquemment dans l'actualité, dans les réunions de ministres, dans les chiffres des économistes et même dans l'intimité de votre foyer.

The background features a series of thin, light gray concentric circles that create a sense of depth and movement. Scattered across these circles are small, light gray dots of varying sizes, some appearing to be on the lines and others floating in the space between them. The overall effect is reminiscent of a stylized orbital system or a network of data points.

**UN NOUVEL
VERS LES**

The background features a series of concentric, thin white circles that create a sense of depth and movement. Scattered across these circles are numerous small, semi-transparent white and light gray dots, resembling a star field or a data visualization. The overall aesthetic is clean, modern, and futuristic.

ÉLAN ÉTOILES

Chapitre 1

L'ÉMERGENCE DU GÉANT CHINOIS

L'ascension économique de la Chine au cours des trois dernières décennies et son accession au statut de grande puissance ont bouleversé la donne sur la scène internationale. Tous les secteurs d'activité sont concernés, et le spatial n'échappe pas à la règle. L'évolution est particulièrement impressionnante depuis le milieu des années 2000. En multipliant les lancements et les programmes, la Chine s'est taillé une place de leader dans le club très fermé des pays disposant d'un accès autonome à l'espace. Elle est aujourd'hui le pays qui organise chaque année le plus grand nombre de lancements. En 2018, Pékin a ainsi procédé à 39 tirs orbitaux, soit 5 de plus que les États-Unis, 19 de plus que la Russie, et 31 de plus que l'Europe ! Une situation impensable à peine dix ans auparavant. L'agence spatiale chinoise, la CNSA*, est active dans l'exploration de la Lune et de Mars. Début 2019, elle s'est distinguée en devenant le premier acteur au monde à poser un atterrisseur sur la face cachée de notre satellite. L'agence travaille sur des sondes à destination des géantes gazeuses et possède ses propres stations spatiales. Le pays a beaucoup investi sur le vol habité, ce qui lui permet aujourd'hui de disposer de capacités qui font défaut à l'Europe et qui viennent tout juste d'être restaurées aux États-Unis. Pékin vient par ailleurs de finaliser la mise en orbite de sa propre constellation* de positionnement par satellite. Ce GPS Chinois offre un argument

géopolitique de poids au pays, en permettant aux nations alliées de se détacher de l'influence américaine. On se demande donc quand cette ascension fulgurante va prendre fin, ou si elle va au moins ralentir.

LENTEMENT MAIS SÛREMENT

L'émergence de la Chine spatiale s'est déroulée en totale autarcie ou presque. Pékin n'est pas impliqué dans les programmes liés à la Station spatiale internationale et ne participe pas aux grandes missions d'exploration menées par la NASA. Le pays a cependant bénéficié de transferts de technologies de la part de Moscou, et entretient quelques liens avec des nations européennes, dont la France. Ce qui distingue fortement le programme spatial chinois de ses équivalents américain, européen ou russe, c'est son rythme lent et mesuré. Les objectifs sont ambitieux, mais le pays n'hésite pas à se donner dix ou vingt ans pour les remplir. Cette démarche est rendue possible par la stabilité politique du pays. Le pouvoir central n'a pas à se préoccuper d'élections et peut donc se permettre de voir sur le long terme. Le programme d'exploration de la Lune *Chang'e* par exemple, va bientôt célébrer ses vingt ans, et devrait continuer sur sa lancée pendant au moins une ou deux autres décennies.

Cette relative stabilité permet de se projeter assez facilement dans l'avenir spatial du pays. C'est d'ailleurs pour cette raison que nous avons choisi de traiter ce thème dans le premier chapitre de ce livre. Les prévisions que nous allons maintenant apporter s'appuient sur un certain nombre d'hypothèses. La première, c'est que le parti communiste chinois va rester la force politique dominante dans le pays. Le secrétaire général Xi Jinping dispose *a priori* d'un poste à vie. En 2040, il aurait 86 ans : il y a donc de bonnes chances pour qu'on assiste à au moins une passation de

pouvoir. Nous allons supposer que ce changement de dirigeant n'affectera pas ou peu la politique spatiale du pays. La seconde hypothèse sur laquelle se basent nos prédictions est que la Chine va continuer son développement à un rythme soutenu. Peut-être pas avec les 10 % de croissance annuelle des années 2000, mais tout de même avec un taux susceptible de rendre les Occidentaux jaloux. En 2040, La Chine devrait donc se battre épaule contre épaule avec les États-Unis pour la place de première économie du monde.

Une économie plus forte, c'est une capacité d'investissement plus importante, et cette puissance devrait avoir des répercussions sur les activités spatiales du pays. L'accélération fulgurante à laquelle nous avons assisté au cours des quinze dernières années va donc probablement se poursuivre. En 2040, l'agence spatiale chinoise et les entreprises privées du pays tireront probablement plus de 100 lanceurs* orbitaux par an. Soit l'équivalent de l'activité spatiale de l'ensemble de la planète en 2020. Le pays disposera de tout un arsenal de moyens de lancement, allant du microlanceur au mastodonte capable de placer 100 tonnes en orbite en un seul tir. Cette vaste panoplie permettra de soutenir toute une gamme d'applications allant du vol habité à l'exploration du Système solaire, en passant par les télécommunications ou la défense.

Pour en arriver là, le pays va continuer sa démarche de développement incrémental. Il ne tombera probablement pas dans le piège d'une course à l'espace très coûteuse avec les États-Unis. Celle des années 1960 a pesé très lourdement sur l'économie soviétique, et on peut parier que Pékin a retenu la leçon. Cela ne signifie pas pour autant que l'agence spatiale chinoise sera en retard sur ses homologues américaine, européenne, russe ou indienne, bien au contraire. La NASA est capable de mobiliser énormément de moyens humains et financiers pour parvenir rapidement à un objectif. Elle en a fait la démonstration lors du programme *Apollo*. Elle doit par contre s'accommoder d'un leadership changeant. Tous les quatre à huit ans, un nouveau locataire s'installe à la Maison-Blanche, et bien souvent, il change complètement l'orientation du programme spatial du pays. Ce qui implique la perte d'années de recherche et de développement pour se lancer dans une nouvelle direction. Sous l'emprise du

parti communiste, la Chine ne s'embarrasse pas du processus démocratique. Ce qu'elle perd en vitesse de développement, elle le gagne donc en stabilité. Entre 2004 et 2020, la NASA a d'abord jeté toute son énergie vers la Lune, puis sous Obama, elle a redirigé ses efforts vers l'exploration d'astéroïdes, avant de revenir s'intéresser à la Lune une fois Donald Trump au pouvoir. Au cours de la même période, la CNSA* est restée concentrée sur l'objectif lunaire, sans jamais se laisser distraire. Si bien qu'en 2020, elle dispose de plus de missions actives à la surface de notre satellite que l'agence spatiale américaine.

Au cours des vingt prochaines années, il y a de bonnes chances pour que le scénario se répète. La CNSA* avancera lentement mais sûrement vers des objectifs définis longtemps à l'avance, tandis que la NASA devra jongler entre les souhaits des républicains et ceux des démocrates.

DESTINATION LUNE

L'un des objectifs principaux de l'agence spatiale chinoise restera la Lune et, en 2040, le pays devrait avoir réalisé des progrès fulgurants. La Chine a déjà réalisé cinq grandes missions lunaires robotisées. Elle vient notamment de réussir un retour d'échantillons, avec la mission *Chang'e 5*. Cela signifie que le pays maîtrise tous les aspects techniques nécessaires au voyage habité jusqu'à la surface de la Lune. Il est capable d'y envoyer un vaisseau et de l'en faire revenir. Il ne reste maintenant plus qu'à répéter la même opération avec des hommes. Cela devrait tout de même prendre un certain temps. L'agence spatiale chinoise pourrait tenter un vol habité vers la Lune au tournant de la décennie 2030. La première mission s'apparenterait probablement aux programmes *Apollo* et *Artemis* américains, avec des séjours courts centrés autour d'un planté de drapeau.

À plus long terme, les Chinois ne cachent pas qu'ils considèrent la Lune comme un objectif géostratégique. La Chine compte déjà envoyer certaines de ses missions robotiques vers cette région. On imagine facilement que les vols habités suivront la même logique.

POURQUOI LE PÔLE SUD LUNAIRE EST-IL L'OBJET DE TOUTES LES CONVOITISES ?

D'une part, on y trouve des cratères dont les profondeurs ne voient jamais la lumière du Soleil. En 2018, une équipe américaine a démontré qu'ils abritent de la glace d'eau, une ressource jugée fondamentale car elle peut être utilisée pour produire du carburant de fusée. Avec une station-service sur place, le voyage vers la Lune et même au-delà deviendrait beaucoup plus simple. Qui maîtrisera le pôle Sud lunaire s'ouvrira donc des options sur l'ensemble du Système solaire et de ses ressources. C'est évidemment une perspective de très long terme, mais ni les Chinois ni les Américains ne souhaitent laisser l'exclusivité d'une telle option à la puissance rivale. L'autre intérêt majeur du pôle Sud lunaire réside dans ce qu'on appelle les pics de lumière éternelle. Du fait de l'inclinaison du satellite par rapport au Soleil, certains de ses reliefs sont presque continuellement exposés à la lumière. Ce qui en fait des cibles de choix pour déposer quelques panneaux photovoltaïques. Avec de l'eau et de l'électricité potentiellement disponibles, le pôle Sud de la Lune est un endroit bien moins hostile que le reste de notre satellite.

Si l'agence spatiale chinoise parvient à réaliser un vol habité vers la Lune autour de 2030, une base permanente ou semi-permanente en 2040 paraît envisageable. Le programme *Apollo* avait perdu sa raison d'être après le triomphe des premiers alunissages : une fois les Soviétiques battus, les États-Unis n'avaient plus de raison de supporter un programme aussi coûteux. L'agence spatiale chinoise en revanche ne semble pas vouloir se placer dans une logique de course avec Washington. Une fois les premiers Chinois envoyés sur la Lune, elle devrait continuer à dérouler