



Les vols spatiaux habités

UNE COMPÉTITION FRUCTUEUSE

Après la colonisation des différents continents par l'homme, la maîtrise des mers et du ciel, il lui restait à conquérir l'espace. C'est la fameuse « nouvelle frontière » dont parlait en 1961 le président américain John F. Kennedy. Les maîtres d'œuvre qui rendront ce rêve possible sont, du côté américain, l'ingénieur allemand Werner von Braun et, du côté soviétique, l'ingénieur **Sergueï Korolev**. Il est vrai que, dans le contexte de la guerre froide, l'Union

soviétique et les États-Unis se sont livrés à une compétition dans l'espace, tout en sachant l'importance stratégique et militaire

de la maîtrise de ces nouvelles technologies de pointe. Néanmoins, on ne peut résumer cette aventure humaine à cette simple rivalité. Non seulement ces programmes spatiaux ont amélioré nos connaissances, avec de très nombreuses retombées dans l'économie civile, mais ils ont aussi apporté un optimisme à la population qui a vu la capacité de l'homme à résoudre des problèmes apparemment insurmontables.

L'ESPACE, UN ENVIRONNEMENT HOSTILE

Pour qu'un équipage puisse revenir sain et sauf d'un voyage spatial, il faut répondre à un certain nombre de contraintes particulières. En effet, il s'agit d'un milieu hostile pour l'homme et l'on n'a d'ailleurs pas encore résolu tous les problèmes liés aux longs séjours dans l'espace.

ABSENCE D'OXYGÈNE ET TEMPÉRATURES EXTRÊMES

À l'intérieur du vaisseau spatial comme à l'extérieur, le spationaute doit avoir les moyens de s'isoler complètement de l'environnement spatial, et cela pour deux raisons principales : d'une part, l'absence d'oxygène et, d'autre part, des températures extrêmes qui peuvent

descendre jusqu'à -120 °C ou, si l'on se trouve directement exposé au rayonnement solaire, monter jusqu'à +150 °C. Il est donc indispensable d'équiper la **combinaison spatiale** et le

vaisseau d'un système d'alimentation en air ou en oxygène pressurisé ainsi que d'une isolation thermique. Pour toute activité extravéhiculaire, le spationaute doit d'abord enfiler un sous-vêtement parcouru par 100 mètres de tuyaux dans lesquels circule de l'eau refroidie et, ensuite, sa combinaison spatiale. Celle-ci comporte dix couches composées de mylar, d'aluminium, de kevlar et de téflon, dont le rôle est de protéger contre les variations de température et contre les micrométéorites.

RADIATIONS SPATIALES

Grâce à sa magnétosphère, notre planète se trouve protégée d'une grande partie des radiations provenant de l'espace. Cependant, si l'on veut effectuer des voyages spatiaux plus lointains, vers Mars par exemple, il faudra se protéger contre trois principales sources de radiations : les ceintures de Van Allen (régions dans lesquelles sont piégées des particules de haute énergie) qui entourent la Terre, les particules émises par le Soleil (comme le vent et les éruptions solaires) et les particules des rayons cosmiques qui accompagnent les explosions d'étoiles. Le vaisseau devra donc avoir un blindage à la fois léger et efficace contre ces différents types de rayonnement. L'aluminium pourrait être suffisant, mais l'on envisage aussi d'utiliser du polyéthylène, car il absorbe davantage de rayons cosmiques, il est plus léger et dix fois plus résistant que l'aluminium. On pense également accroître la protection en plaçant les quartiers d'habitation derrière les réservoirs d'eau ou de carburant. Enfin, il sera nécessaire de réduire la durée de voyage en utilisant des modes de propulsion plus performants, comme le mode nucléaire par exemple.

APESANTEUR

L'absence de pesanteur a de nombreux effets sur la santé des



spationautes. Elle perturbe d'abord le sens de l'équilibre, lequel est assuré par les otolithes de l'oreille interne, de petits cristaux de carbonate de calcium dont l'action dépend de la gravité. C'est cette perturbation qui provoque le fameux mal de l'espace (mal de tête, vomissements, nausées, etc.) dont souffre la moitié des spationautes.

L'absence de gravité a cependant des effets plus fâcheux : fragilisation des os, atrophie musculaire, diminution du nombre de globules rouges, diminution du nombre et des fonctions des lymphocytes T, etc. Le problème de l'atrophie musculaire, par exemple, peut être atténué si les spationautes effectuent quotidiennement d'intenses exercices physiques (comme le tapis de courses, le vélo, etc.). Toutefois, la solution sera sans doute de recréer artificiellement une gravité similaire à celle de la Terre, en utilisant des vaisseaux spatiaux en rotation autour d'un axe. Ce concept avait déjà été suggéré au début du **XX^e** siècle par le pionnier russe de l'aéronautique Konstantin Tsiolkovski.

L'ENTRAÎNEMENT DES SPATIONAUTES

Si au début, les spationautes étaient principalement issus du corps des pilotes de l'armée de l'air, aujourd'hui, on compte surtout des scientifiques et des ingénieurs. Ils doivent donc être d'autant plus préparés pour un voyage dans l'espace. Par exemple, pour simuler les fortes pressions subies lors du décollage et du retour (pouvant aller jusqu'à 6 g), les spationautes s'entraînent avec des **centrifugeuses** au sol. Aussi,



pour se familiariser avec l'absence de pesanteur, les futurs voyageurs de l'espace effectuent des vols paraboliques en avion, ce qui leur permet de flotter librement pendant 10 à 20 secondes. Ces entraînements sont complétés par des cours pratiques de plongée sous-marine. Pour être spationaute, il est donc indispensable, en plus d'un bon niveau d'études, d'avoir une bonne santé, une excellente condition physique et... de mesurer entre 1,53 et 1,90 mètres afin de pouvoir rentrer dans les combinaisons et l'habitacle du vaisseau.

L'ÈRE DES PIONNIERS

LES PROGRAMMES VOSTOK ET MERCURY

Le 4 octobre 1957, l'Union soviétique réussit à mettre en orbite le premier satellite artificiel, baptisé Spoutnik-1. Forts de ce succès, les Soviétiques comptent bien garder leur avance sur les États-Unis. Entre mars et novembre 1958, ils mettent au point Vostok (« Orient » en russe), un

vaisseau spatial destiné à faire voyager un homme dans l'espace. Le Vostok est composé de l'habitacle du cosmonaute et d'un module de service en forme de double cône. L'ensemble est attaché au dernier étage d'une fusée porteuse, une version modifiée de la R-7 qui avait lancé Spoutnik. De leur côté, les Américains tentent de combler leur retard. Le 1^{er} octobre 1958, la NASA (National Aeronautics and Space Administration) est créée et prend en charge le programme Mercury avec le même objectif que celui du programme Vostok. Lancée par une **fusée Redstone** ou Atlas, la cabine



Mercury ne peut, comme pour le Vostok, accueillir qu'un seul passager. Les essais commencent alors dans les deux pays et, dès 1959 et 1960, les équipes de pilotes sont sélectionnées. De part et d'autre, la réussite succède à quelques échecs mais, début 1961, les Américains savent qu'ils pourraient, au mieux, entreprendre un vol habité suborbital, alors que les Soviétiques, eux, s'approprient à ouvrir une nouvelle page de l'histoire spatiale.

GAGARINE, PREMIER HOMME DANS L'ESPACE

Le 12 avril 1961, tout est prêt sur le cosmodrome de Baïkonour, au Kazakhstan, pour réaliser le premier vol d'un homme dans l'espace.



À 9h07, le cosmonaute **Iouri Gagarine** lance un « Poëkhalé ! », « On y va ! » en russe, et décolle à bord de la **capsule Vostok-1** pour un périple de 1 heure et 48 minutes.



Après une révolution complète autour de la Terre, à une altitude oscillant entre 180 et 327 km, la capsule amorçe son retour et, à 7 000 m d'altitude, Gagarine s'éjecte pour se poser en parachute dans un champ près de la ville de Saratov.

Cet exploit historique est célébré partout dans le monde et, dans les deux ans qui suivent, les Soviétiques mènent à bien cinq autres vols habités. Le dernier de ceux-ci est accompli le 16 juin 1963 par la première femme dans l'espace, Valentina Terechkova, qui effectue 48 révolutions autour de la Terre en 70 heures et 41 minutes. Même s'ils restent à la traîne, les États-Unis remportent quelques succès avec Mercury : le 5 mai 1961,



Alan Shepard réussit un vol suborbital de 15 minutes et, le 20 février 1962, John Glenn devient le premier Américain en orbite autour de la Terre. Trois autres missions orbitales Mercury sont menées en 1962 et 1963 par Scott Carpenter, Walter Schirra et Gordon Cooper.

OBJECTIF LUNE !

Le 25 mai 1961, un mois après le vol de Gagarine, le président John F. Kennedy engage les États-Unis à faire atterrir un homme sur la Lune avant la fin de la décennie. Il s'agit du programme Apollo. Pour mener à bien ce projet, les Américains entreprennent un programme intermédiaire, baptisé Gemini, destiné à entraîner les astronautes à des vols de la durée d'un aller-retour pour la Lune, à des sorties extravéhiculaires et aux techniques de rendez-vous spatiaux. La **capsule Gemini**, pouvant



accueillir deux passagers, est lancée par une fusée Titan-2. Pendant ce temps, les Soviétiques se donnent les mêmes ambitions avec le programme Voskhod. La capsule est en fait un Vostok duquel on a supprimé le siège éjectable afin de pouvoir installer trois sièges. Le 18 mars 1965, les Soviétiques frappent à nouveau un grand coup : le cosmonaute **Alexeï Leonov**



effectue la première sortie spatiale. Relié au vaisseau par un cordon, il flotte librement dans l'espace pendant 12 minutes. L'astronaute américain Edward

L'espace dans le temps

12 avril 1961



Iouri Gagarine effectue le premier vol dans l'espace.

18 mars 1965

Alexeï Leonov effectue la première sortie dans l'espace.

21 juillet 1969



Neil Armstrong est le premier homme à marcher sur la Lune.

12 avril 1981



Premier vol de la navette spatiale américaine Columbia.

21 juin 2004



Premier vol d'un vaisseau spatial privé : le Space Ship One.

Valeri Poliakov



437,7 jours

TOURISME SPATIAL : UN DÉFI CÔUTEUX

Avec le lancement d'un nouveau programme spatial américain et le projet d'envoi dans l'espace de 2 touristes à bord de la fusée russe Soyouz, le regain d'intérêt pour le tourisme spatial semble évident. Aussi, le récent envoi d'un homme dans l'espace par la Chine et l'élaboration du projet de terraformation de Mars, ne viennent qu'accroître cette vieille ambition de conquête de nouveaux horizons. Et pourtant, le chemin vers l'espace paraît tortueux.

Tout d'abord, parce que, pour le moment, la liste des pays capables d'envoyer des hommes dans l'espace, ne compte que 3 membres (États-Unis, Russie et Chine). Puis, le tragique épisode de l'explosion de la navette Columbia en avril 2003 et le nombre élevé d'astronautes américains ayant péri lors de programmes de vol spatial habité (17

astronautes sur 752), viennent renforcer le sentiment d'insécurité des voyageurs vis-à-vis de cette nouvelle forme de tourisme. Enfin, le prix d'un tel voyage, qui s'élève aux alentours de 20 millions de dollars pour une durée de 10 jours, réduit considérablement le nombre de « touristes spatiaux » potentiels. Ainsi, afin de réduire les coûts, les entreprises publiques et privées concernées par ce genre d'initiative, devraient développer en parallèle des activités commerciales, comme l'exploitation de l'hélium 3, abondant sur la lune. Rare sur Terre, ce dernier constitue un carburant écologique utilisé dans les réactions de fusion thermonucléaire. Sur le plan de la sécurité, des systèmes plus efficaces devraient être mis en place, ce qui impliquerait bien évidemment une augmentation du coût, déjà exorbitant, de ces voyages.

White fera de même le 3 juin 1965 avec Gemini 4, démontrant que les États-Unis sont en train de refaire leur retard. Entre 1965 et 1966, dix vols Gemini sont effectués avec succès, permettant de réaliser le premier rendez-vous spatial en décembre 1965 et de réussir des amarrages avec des vaisseaux-cible.

PROGRAMMES SOYOUZ ET APOLLO

Dès juin 1962, la NASA établit sa stratégie pour conquérir la Lune. Il s'agit de lancer un vaisseau composé d'une imposante fusée (Saturn-5) destinée à transporter les astronautes sur une orbite lunaire, et d'un vaisseau (Apollo) devant assurer le transfert de cette orbite à la surface de la Lune ainsi que le retour à la Terre.

Quant aux Soviétiques, ils veulent

envoyer autour de la Lune une capsule habitée, baptisée Zond, et mettent également au point un nouveau vaisseau spatial : le **Soyouz**. Assez

tardivement, en 1965, ils envisagent secrètement d'envoyer un homme sur la Lune avec une version de Soyouz propulsée par une fusée N-1.

Néanmoins, pour les deux nations rivales, l'année 1967 constitue une année noire. Le 27 janvier, les trois astronautes d'Apollo 1 périssent dans un incendie lors d'un exercice d'entraînement au sol. Le 24 avril, Soyouz-1 s'écrase lors de son retour sur Terre, avec à son bord le cosmonaute Vladimir Komarov. Ces deux accidents font prendre un retard important dans la course à la Lune. De ces revers, les

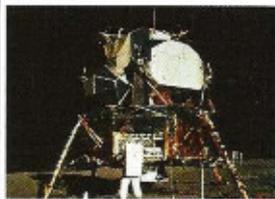
Américains sont les premiers à se relever avec le succès de la mission

Apollo 8 : les astronautes Franck Borman, James Lovell et

William Anders bouclent 10 rotations autour de la Lune!

UN PETIT PAS POUR L'HOMME...

Au milieu de l'été 1968, après deux autres vols préparatoires (Apollo 9 et Apollo 10) visant à tester le module



lunaire (le **LEM**) et à mener des opérations d'arrimage, les États-Unis sont enfin prêts à envoyer un homme sur la Lune. L'équipage d'**Apollo 11** est composé de Michael Collins, qui



restera en orbite lunaire aux commandes du vaisseau Apollo, Neil Armstrong et Edwin Aldrin. La fusée Saturn-5 prend son envol le 16 juillet. Quatre jours plus tard, le module lunaire baptisé Eagle se détache du vaisseau Apollo et emmène Armstrong et Aldrin à la surface de la Lune. Malgré une défaillance du pilote automatique et le fait qu'ils n'ont plus que quelques secondes de carburant, l'alunissage a lieu avec succès dans la région de la mer de la Tranquillité et, 6 heures et 39 minutes plus tard, Armstrong sort du LEM pour fouler le sol lunaire à 3 h 56 du matin le 21 juillet. Il prononce alors sa célèbre phrase : « C'est un petit pas pour l'homme, mais un bond de géant pour l'humanité. » Un quart d'heure plus tard, il est rejoint par Aldrin. Durant leur excursion lunaire de 151 minutes, ils prélèvent 20 kg d'échantillons lunaires, prennent des photographies, installent quelques dispositifs d'expériences et plantent le drapeau américain. Le retour se fait sans problèmes.

Les trois astronautes amerrissent le 24 juillet dans l'océan Pacifique et sont accueillis en véritables héros.

L'ÈRE POST-APOLLO

TRAVAILLER DANS L'ESPACE

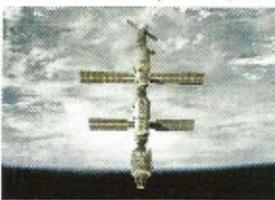
Après Apollo 11, cinq missions Apollo permettent, entre 1969 et 1972, de faire marcher dix autres hommes sur la Lune



(une sixième mission, celle d'**Apollo 13**, a dû être avortée en raison d'un accident). Toutefois, les responsables politiques vont privilégier les secteurs économiques à

rentabilité plus rapide au détriment des programmes spatiaux ambitieux. À partir de là, il s'agit principalement de maîtriser une technologie acquise lors des programmes précédents, dans le but d'assurer une présence dans la banlieue terrestre.

Dans cette optique, différentes stations spatiales ont été développées – Skylab (Union soviétique, 1971-1977), Skylab (États-Unis, 1973-1979), Mir (Russie, 1986-2001) et l'actuelle Station spatiale internationale ou **ISS** (États-Unis,



Russie, Europe, Japon, Canada) – ainsi que les moyens d'y amener les équipages et le ravitaillement. L'ISS, qui doit être achevée en 2010, est avant tout un laboratoire scientifique dans lequel on va mener des recherches dans le domaine des technologies de pointe, de la médecine, de la biologie et de l'observation de la Terre. On ouvre donc une nouvelle ère, celle de la présence permanente de l'homme dans l'espace. Cependant, sans autres perspectives, l'ISS risque bien de devenir un gouffre financier.

BANALISATION DE L'ACCÈS À L'ESPACE

En 1981, pour réduire les coûts de lancement, les États-Unis ont mis au point un vaisseau spatial réutilisable pouvant accueillir huit passagers : la navette spatiale. Cinq exemplaires ont été construits mais, après deux accidents (l'explosion de Challenger en 1986 et celle de Columbia en 2003), il



n'en reste plus que trois (**Discovery**, Endeavour et Atlantis).

Les principaux objectifs des navettes étaient de construire et desservir une station spatiale, mettre des satellites en orbite, mener des opérations de maintenance et de réparation de satellites (comme la très réussie mission de réparation du télescope spatial Hubble en 1993) et réaliser des

observations ainsi que des expériences scientifiques. Ces vaisseaux, qui ont à ce jour permis d'effectuer une centaine de missions, cesseront leur activité en 2010 et devraient être remplacés seulement en 2014 par une capsule baptisée Crew Exploration Vehicle. Les Soviétiques avaient, eux aussi, mis au point une navette spatiale, baptisée Bourane, propulsée par la fusée Energia (plus puissante que Saturn-5), mais elle n'a effectué qu'un vol sans équipage en novembre 1988.

LE PREMIER TAÏKONAUTE

Le mercredi 15 octobre 2003, le taïkonaute **Yang Liwei**, à bord du



vaisseau spatial Shenzhou V lancé par la fusée Longue Marche II F, a bouclé 14 révolutions autour de la Terre avant d'atterrir en Mongolie Intérieure. La Chine est ainsi devenue la troisième nation, avec la Russie et les États-Unis, capable d'envoyer un homme dans l'espace. Pékin ne compte pas s'arrêter là. De nouveaux vols habités sont envisagés, entre autres avec des femmes, ainsi que la mise en place d'un laboratoire spatial et, d'ici quinze ans, d'une véritable station orbitale.

À moyen terme, le programme spatial chinois prévoit d'entraîner les taïkonautes aux conditions de vie et de travail dans l'espace, mettre au point les rendez-vous spatiaux, les techniques d'amarrage et les sorties spatiales extravéhiculaires.

À plus long terme, la Chine pourrait développer des lanceurs réutilisables et ambitionne même d'envoyer un homme sur la Lune !

L'AVENIR DE L'HOMME DANS L'ESPACE

Le 28 avril 2001, l'Américain **Dennis Tito** est devenu le premier touriste de



l'espace et certains misent beaucoup sur ce nouveau type de divertissement. On peut aussi imaginer que l'avenir de l'homme dans l'espace ne se limitera pas à quelques sorties dans la banlieue terrestre.

Cependant, à moins d'un changement d'orientation économique favorisant les investissements à long terme, il semble peu réaliste de voir l'homme explorer l'espace autrement que par des sondes et des robots.

Une coopération internationale accrue, en particulier entre les États-Unis, la Russie, l'Europe et la Chine, apparaît aussi essentielle pour relever de

nouveaux défis, comme celui d'envoyer un homme sur Mars.

OBJECTIF MARS !

L'actuel programme spatial américain prévoit, dans un premier temps, de renvoyer des hommes sur la Lune dès 2010 et d'y installer, à partir de 2020, une présence humaine permanente. Ensuite, cette base lunaire deviendrait le marchepied pour aller sur **Mars** et



explorer le système solaire. Cette étape semble en effet indispensable et serait également profitable si l'on décidait d'exploiter les ressources lunaires (comme l'oxygène, le silicium, le fer, le calcium, le titane, l'aluminium, l'hélium 3, etc.).

Par ailleurs, il faudrait certainement utiliser une propulsion nucléaire pour réaliser ce long et périlleux voyage (sur les trente-huit sondes martiennes, on compte seulement onze succès). Quoiqu'il en soit, ce projet est pour l'instant très vague et il paraît peu compatible avec la politique du « plus vite, mieux et moins cher » adoptée il y a quelques années par la NASA.

HABITER MARS : RÊVE OU RÉALITÉ?

Il existe aussi d'autres projets pour l'homme dans l'espace, ceux-là beaucoup plus futuristes comme celui de terraformer Mars qui envisage de créer un climat habitable pour l'homme et les êtres vivants sur la planète rouge ! La première étape consistera à augmenter la température et la pression de Mars par un effet de serre. Pour cela, certains spécialistes suggèrent d'utiliser un miroir orbital géant afin de faire fondre les calottes polaires et libérer le CO₂ qu'elles contiennent. Ainsi, après un léger réchauffement, ce sera au tour du CO₂ du régolite (manteau de débris grossiers résultant de la fragmentation des roches sous-jacentes) martien de s'échapper. Pour accélérer le processus, il faudra sans doute utiliser des gaz à super-effet de serre ainsi que certains micro-organismes. Enfin, on disséminerait des **cyanobactéries**



(sous-classe de bactéries, fixatrices d'azote) qui, grâce à leur activité photosynthétique, captent le CO₂ et libèrent de l'oxygène. Selon l'hypothèse la plus optimiste, cela prendrait neuf cents ans avant que l'homme ne puisse respirer l'air de Mars...

Le projet de l'homme dans l'espace, tant décrié pour des raisons financières, s'avère long mais envisageable. Après tout, l'ambition de conquérir correspond à la nature de l'homme, celle de découvrir et de s'émerveiller de nouveaux horizons.