



La conquête spatiale



LA NOUVELLE FRONTIÈRE

Aujourd'hui, la quasi totalité de notre planète, des hautes montagnes aux profondeurs océaniques, est explorée ou cartographiée. L'espace demeure le dernier territoire vierge à découvrir, et quel territoire ! Après avoir été l'un des grands défis du *xx^e* siècle, la conquête spatiale est entrée dans une phase moins ambitieuse, plus réaliste. Motivée initialement par la guerre froide, la course technologique qu'elle a entraînée a depuis largement profité à la société civile, dans le domaine de la navigation ou des télécommunications, et enrichi notre connaissance de l'Univers.

LES PIONNIERS DE L'ESPACE

Au sortir de la Seconde Guerre mondiale, le monde est divisé en deux. Entre le bloc soviétique et ses zones d'influence, d'une part, et

l'Occident, groupé derrière les États-Unis, d'autre part, se développe une tension idéologique et militaire marquée par des crises : c'est la « guerre froide ». Dans ce contexte, la maîtrise de l'espace est plus qu'un enjeu de prestige.



Les progrès en matière de missiles balistiques réalisés dans les années 1950 ont permis d'atteindre à plusieurs reprises la haute atmosphère. *Sputnik 1*, le premier satellite artificiel, est mis en orbite par les Soviétiques le 4 octobre 1957 et, le 3 novembre, **la chienne Laïka** est le premier être vivant placé en vol orbital. La réponse américaine arrive le 31 janvier 1958 : *Explorer 1* concurrence désormais *Sputnik*... La course est lancée, et le véritable défi sera « l'homme dans l'espace ».

LE VOL SPATIAL DE GAGARINE



Le 12 avril 1961, à 9 h 05, sur le cosmodrome de Baïkonour, au Kazakhstan, **Youri Gagarine**, officier aviateur, devient le premier cosmonaute de l'Histoire. Il s'engouffre dans la capsule *Vostok 1*, un satellite aménagé pour recevoir un passager. Au cours d'un périple de 108 minutes, il effectue une révolution complète autour de la Terre et revient au sol. On apprendra plus tard – secret

d'État oblige – que les conditions de vol n'ont pas été « optimales ». La capsule a tardé à se détacher de son lanceur, et la séparation s'est produite 10 minutes plus tard que prévu. Le délai a fait dévier l'engin de l'orbite définie. La soupape de respiration du scaphandre du cosmonaute s'est coincée dans une fermeture éclair, et il lui a fallu six minutes pour la libérer. Enfin, l'atterrissage de la capsule ne s'est pas fait sous les acclamations de la foule, comme veulent le faire croire les images officielles : Gagarine, qui s'est éjecté de la capsule, comme prévu, à 7 000 m, est descendu en parachute et a posé pied dans un champ isolé.

Les Soviétiques gagnent la première bataille dans la conquête spatiale : le 12 avril 1961, Youri Gagarine est le premier homme propulsé dans l'espace. Le 5 mai de la même année, l'Américain Alan Shepard passera 15 min 28 s à une altitude de 187,5 km... mais il ne parviendra pas à faire une révolution complète autour de la Terre, à la différence de Gagarine.

Le prestige des États-Unis est sérieusement terni, et le président John F. Kennedy conclut qu'atteindre la Lune avant les Soviétiques est le seul exploit à même de réparer l'affront. Le défi est de taille : lancer un vaisseau de plus de 120 tonnes à une vitesse de 40 000 km/h, lui donner les moyens de freiner sa course pour descendre vers la Lune et lui permettre de revenir sur Terre. Il faudra 3 programmes spatiaux pour y parvenir – *Mercury*, *Gemini* et *Apollo* – le premier alunissage d'un vaisseau habité se faisant avec *Apollo 11*, le 20 juillet 1969. Entre-temps, les missions se multiplient :



- Le 20 février 1962, **John Glenn** est le premier Américain à effectuer trois révolutions autour de la Terre, en 4 heures 55 minutes, dans la capsule *Mercury-Atlas 6*, baptisée *Friendship 7*.

- Le 16 mai 1963, Gordon Cooper effectue le premier lâché d'un satellite à partir d'un vaisseau spatial.
- Le 16 juin 1963, la Soviétique Valentina Terechkova devient la première femme de l'espace.
- Le 18 mars 1965, le Soviétique Alexei Leonov effectue la première sortie dans l'espace hors de *Voskhod 2*. Elle dure 10 minutes.
- Le 15 décembre 1965, *Gemini 6* et *Gemini 7* effectuent le premier rendez-vous spatial.
- Le 24 décembre 1968, Frank Borman, William A. Anders et James A. Lovell survolent la Lune.



- Le 21 juillet 1969, **Neil Armstrong** et **Edwin Aldrin**, partis à bord d'*Apollo 11*, marchent sur la Lune pendant deux heures et demie. Michael Collins reste, lui, en orbite. Cet exploit américain ne met pas un

terme à la course à l'espace, d'autant que l'intérêt stratégique de la colonisation de la Lune est discutable. C'est sur le terrain des stations orbitales que la lutte va se poursuivre.

LES LANCEURS

Un lanceur est un engin permettant d'emporter dans l'espace une charge (satellite, élément de station spatiale, équipage, etc.). On distingue les lanceurs classiques ou fusées, qui ne peuvent servir qu'une fois, des lanceurs réutilisables, les navettes, dont le profil évoque celui d'un avion.

LA PROPULSION À RÉACTION

Dans le vide spatial, il n'y a pas de point d'appui pour se déplacer. Les premiers ingénieurs qui ont travaillé sur des engins spatiaux devaient trouver un moyen de propulsion nouveau. Ils ont appliqué un principe physique énoncé par Isaac Newton : la loi d'« action-réaction », découlant de la conservation de la quantité de mouvement. De la même manière qu'un canon recule quand il tire, un corps expulsant violemment de la matière subit une poussée équivalente dans la direction opposée. C'est ainsi que les pompes et calmars se déplacent : ils crachent de l'eau et sont poussés vers l'arrière ; de même, les engins spatiaux peuvent se propulser dans le vide, en libérant les gaz issus de la combustion de diverses substances (propergols).

LE RÊVE DE TSIOLKOVSKI

Konstantine Tsiolkovski, un modeste instituteur russe de la fin du *xx^e* siècle, est le premier à définir le principe de la propulsion à réaction. Son rêve est de voyager dans l'espace, et *Exploration de l'espace cosmique à l'aide d'engins à réaction*, qu'il publie en 1903 dans une revue scientifique, préconise déjà l'emploi de propergols liquides (alcool, méthane, kérosène...) pour les engins de petite capacité, et la combustion de l'hydrogène dans l'oxygène pour les vaisseaux importants. Au cours des années 1920, l'Américain Robert H. Goddard, l'Allemand Hermann Oberth et le Français Robert Esnault-Pelterie reprendront ses travaux, réaliseront les premiers tirs et contribueront à l'élaboration des premiers missiles balistiques.

LES FUSÉES ALLEMANDES

Dès 1933, Adolf Hitler crée une section spéciale consacrée aux fusées au sein du département militaire des armements. Ces nouveaux engins échappent à

l'interdiction faite aux Allemands de construire des avions (traité de Versailles, 1919).

Le V2, utilisé pendant la Seconde Guerre mondiale pour bombarder Londres ou Anvers, résulte de ces travaux. Son concepteur, Wernher von Braun, qui s'est rendu aux États-Unis en 1945, sera l'un des principaux acteurs des programmes spatiaux des États-Unis dans les années 1950-1960.

LES PREMIERS LANCEURS

Pour s'arracher à l'attraction terrestre, il faut atteindre la vitesse minimale de 28 000 km/h. On parle de « vitesse de libération ». Les missiles intercontinentaux, dont la trajectoire ne doit pas dévier de l'orbite de la Terre, ont une vitesse de l'ordre de 25 000 km/h. La mise en orbite de satellites, plus lourds que de simples sondes, a nécessité des engins plus puissants que ceux du type V2. Les premiers lanceurs russes – *Vostok*, *Molnia* et *Soyouz* – sont dérivés d'un missile à longue portée, le R-7. Il faudra attendre 1965 et la fusée *Proton* pour que l'aérospatiale se distingue du domaine militaire. Aux États-Unis *Juno 1*, qui lança *Explorer 1*, est elle aussi issue d'un missile, le *Jupiter C*.

Lanceurs américains

Au cours des années 1960, les États-Unis mettent en service trois familles de lanceurs :
 • Les *Atlas-Centaur* sont utilisés pour les vols habités du programme *Mercury*. Ils sont capables de placer en orbite une charge de 1,5 t. Utilisés depuis 1959, ils sont toujours en vigueur.
 • Les *Thor-Delta*, plus modestes, permettent d'emporter en orbite basse une charge de 250 kg, et de 100 kg en orbite haute. On leur doit le lancement du premier satellite international de télécommunication, *Intelsat 1* (1965).



- Les **Titan**, développés à partir de 1966, sont les plus puissants : Titan 4 place plus de 17 t en orbite basse et 5 t en orbite géostationnaire.

Ils ont été utilisés pour les programmes habités *Gemini* et pour le lancement des sondes *Viking* et *Voyager*. Depuis 1950, trois cents de ces fusées ont été lancées. Parallèlement, la Nasa, l'Agence spatiale américaine, a mis au point les lanceurs *Scout* pour les charges légères et *Saturn* pour le programme lunaire *Apollo*.

Grandes étapes de l'aventure spatiale

4 octobre 1957

Lancement par l'URSS de *Sputnik 1*, le premier satellite artificiel.

3 novembre 1957

La chienne *Laïka* est le premier passager de l'espace.

31 janvier 1958

Les États-Unis lancent *Explorer 1*, leur premier satellite.

12 avril 1961



Youri Gagarine est le premier homme dans l'espace.

21 juillet 1969



Les Américains Neil Armstrong et Edwin Aldrin, partis à bord d'*Apollo 11*, marchent sur la Lune.

Vanguard 1 (17 mars 1958) en 2003 il compte plus de 176 000 révolutions autour de la Terre (près de 10 milliards de km)

Astra 1 satellite de relais télévision et Internet 38 m d'envergure pour un poids de 5 t

Lanceurs soviétiques

À partir de 1957, l'URSS utilise le lanceur R-7, baptisé *Zemlorka*. On lui doit le lancement de *Sputnik*. La famille des lanceurs A, selon la classification adoptée par les Occidentaux, a propulsé les vaisseaux *Vostok*, *Voskhod*, *Soyouz*, etc. Ces fusées ont été les plus utilisées au monde.

Les lanceurs B, utilisés depuis 1977, ont une capacité de 1,7 tonne pour une orbite de 180 km.

Les lanceurs D, apparus en 1965, sont les seuls à monter en orbite géostationnaire (35 800 km d'altitude). Les lanceurs F ont une capacité de 4 t en orbite basse.

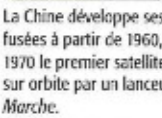
L'Élargissement

DU MARCHÉ DES LANCEURS

Le développement des applications technologiques de l'aérospatiale à partir du milieu des années 1960 amène de plus en plus de pays à se doter de leurs propres lanceurs. La France est la première, après l'URSS et les États-Unis, à en posséder : *Diamant*, utilisé entre 1965 et 1975, dérive de missiles expérimentaux mis au point dans le cadre de la guerre froide.

Dans les années 1970, l'Europe cherche à concurrencer les Soviétiques et les Américains et se dote de fusées capables de rivaliser avec les lanceurs *Molnia* ou *Atlas*. Les *Ariane* voient le jour à la veille des années 80 : le premier tir a lieu le 24 décembre 1979.

À **Ariane 4**, dont le dernier tir a eu lieu le 15 février 2003, doit succéder *Ariane 5*, malgré la perte d'un exemplaire en vol en 1996 et un nouvel échec en décembre 2002.



La Chine développe ses premières fusées à partir de 1960, et le 24 avril 1970 le premier satellite chinois est mis sur orbite par un lanceur *Longue-Marche*. Deux mois plus tôt le Japon avait testé le lanceur *N-1*. Les Japonais possèdent actuellement des lanceurs d'une puissance comparable à celle d'*Ariane*. Enfin, Israël devient une puissance spatiale avec *Shavit* en 1988, et l'Inde possède ses propres lanceurs, les *SLV-3* et *ASLV* depuis les années 1980.

LA NAVETTE SPATIALE AMÉRICAINE

Le premier vol d'une **navette spatiale** date du 12 avril 1981. Contrairement aux lanceurs à usage unique, il s'agit d'un véhicule en grande partie réutilisable qui peut porter sur orbite basse une charge de 39 tonnes. Elle représente l'unique programme américain de vol habité depuis la fin du programme *Apollo*. Son principal atout est l'envoi d'équipages pour des opérations d'observation, de sauvetage ou de maintenance des satellites. Sa complexité en fait également le vaisseau le plus cher.



5 navettes ont été construites : *Discovery*, *Columbia*, *Atlantis*, *Endeavour*, et *Challenger*. **L'explosion peu après**

Le décollage de cette dernière le 28 janvier 1986 marque la fin de la construction de nouveaux modèles. La désintégration de *Columbia* alors qu'elle s'appretait à atterrir à Cap Canaveral le 1^{er} février 2003 a mis en évidence les limites de cette formule spatiale, alors que la Nasa est soumise à de fortes restrictions budgétaires.

LES SATELLITES

La mise en orbite des premiers satellites ouvre l'ère de la conquête spatiale. Au départ, dans le contexte de guerre froide, le prestige technologique prime sur l'intérêt pratique. Depuis, les satellites artificiels sont l'enjeu de nombreuses applications.

LES DÉBUTS HISTORIQUES

Sputnik

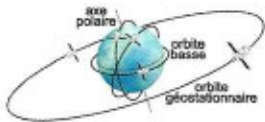
Le 4 octobre 1957, les Soviétiques lancent une fusée porteuse dérivée du missile intercontinental R-7 et baptisée *Zemlorka*. Elle porte une sphère métallique de 58 cm de diamètre, pesant 83 kg, polie pour réfléchir les rayons du Soleil – et être ainsi facilement visible du sol –, contenant un émetteur radio et munie de quatre antennes de relais. Ce premier satellite artificiel porte le nom de *Sputnik*, « compagnon » en russe.

Explorer 1

Les États-Unis répliquent avec la mise en orbite d'*Explorer 1*. Parti de Cap Canaveral le 31 janvier 1958, le satellite était un cylindre de 15 cm de diamètre pour 203 cm de longueur, et pesait 14 kg. Il transmet pendant 112 jours des mesures sur les rayons cosmiques et les micrométéorites qui ont notamment permis la découverte des ceintures de radiations dans la haute atmosphère (ceintures de Van Allen).

LES DIFFÉRENTES ORBITES

L'altitude à laquelle gravite un corps en orbite définit également sa vitesse de rotation autour de la Terre. En pratique, on distingue 3 types d'orbites, selon l'usage du satellite en question : basses, polaires et géostationnaires.



Les orbites basses

En orbite basse, c'est-à-dire à moins de 2 000 km d'altitude, les satellites tournent autour de la Terre plus vite qu'elle ne tourne sur elle-même. Ils ne survolent donc pas toujours la même zone et restent moins de 20 minutes au-dessus d'une région donnée. On les dit « défilants », par opposition aux satellites géostationnaires. Certains, gravitant à environ 10 000 km, ont une période plus longue et restent joignables depuis un endroit donné pendant 6 heures.

Les orbites polaires

Les satellites à orbite polaire sont des satellites sur orbite basse dont la trajectoire passe par les pôles. Il s'agit à la fois de satellites défilants, qui coupent l'équateur 14 fois par jour. Leurs clichés mis bout à bout permettent ainsi de dresser un instantané quotidien de l'état du globe. Il s'agit principalement de satellites d'observation climatique : *Jason*, par exemple, recueille des données sur les courants marins et les variations du niveau de la mer ; il fait 127 fois le tour du globe par ses pôles avant de survoler à nouveau la même région.

Les orbites géostationnaires

Les satellites en orbite géostationnaire gravitent à environ 36 000 km d'altitude et accomplissent leur révolution en 24 heures. Tournant autour de la Terre aussi vite que la Terre sur elle-même, ils survolent toujours le même point du globe. À cette altitude, ils ne peuvent graviter que dans un plan parallèle à l'équateur, mais leur cône de vision leur permet néanmoins de voir les pôles. Ce sont essentiellement des satellites de météorologie, comme *Météosat*, ou des satellites de télécommunication.

LES SATELLITES MODERNES

On distingue 5 types de satellites.

• Les satellites d'observation astronomique sont nombreux, le plus connu étant le **télescope spatial Hubble**.

Libéré des perturbations liées à l'atmosphère, il recueille des images d'une grande netteté qui ont permis d'identifier de nouveaux corps célestes.

• Les satellites de navigation fournissent des renseignements sur la position des navires, les courants marins... La technologie des balises *Argos* en est l'application scientifique la plus courante.

• Les satellites météorologiques réalisent des images de la Terre pour les prévisions climatiques. Certains sont en orbite géostationnaire, d'autres gravitent en orbite basse.

• Les satellites de télécommunication, officiellement les plus nombreux, servent de relais pour les communications téléphoniques à longue distance et la transmission de données Internet et d'images de télévision.

• Les satellites militaires sont de 2 types : télécommunication militaire et surveillance (reconnaissance terrestre et maritime). Leur nombre exact et leur activité demeurent secrets.

LES SONDES

GÉNÉRALITÉS

Pour étudier certains corps célestes éloignés, on ne peut se contenter de les observer depuis la Terre ou son espace proche ; aussi envoie-t-on des sondes, engins spatiaux à longue durée de vie, qui mesurent et photographient les corps en question et transmettent les informations par radio. Ces sondes ne reviennent pas sur Terre, mais continuent indéfiniment leur voyage dans les profondeurs intersidérales.

Contrairement à un satellite, une sonde doit se détacher totalement de l'attraction terrestre. Pour cela, elle doit atteindre une vitesse de 40 000 km/h, ce qui implique l'utilisation de lanceurs particuliers. Une fois lancée, elle est entièrement autonome. Le succès de la mission dépend de la précision du calcul de la trajectoire – le voyage vers le corps céleste pouvant durer plusieurs dizaines d'années – et de la qualité du matériel, appelé à réagir correctement à toutes les situations.

LES SONDES MARTIENNES

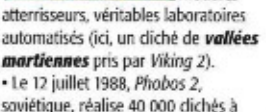
À ce jour, 22 sondes ont été envoyées vers la Planète rouge et 10 ont mené à bien leur mission.

• La première, *Mars 1*, est lancée par les Soviétiques le 19 mars 1962. Elle ne touche pas Mars, mais ouvre la course à cette planète.

• En 1965 la sonde américaine *Mariner 4* obtient les premiers clichés. Ils permettent de constater que l'atmosphère martienne est très mince et principalement constituée de gaz carbonique.

• Lancée le 28 mai 1971, la sonde soviétique *Mars 3* largue un module le 2 décembre. Il n'émet que 20 secondes.

• En 1976, deux sondes américaines, *Viking 1* et *Viking 2*, larguent sur Mars leurs modules



atterrisseurs, véritables laboratoires automatisés (ici, un cliché de **vallées martiennes** pris par *Viking 2*).

• Le 12 juillet 1988, *Phobos 2*, soviétique, réalise 40 000 clichés à infrarouge grâce à un appareil français et met en évidence ce qu'on pense être le lit de rivières asséchées.

• Lancée le 4 décembre 1996, la sonde *Pathfinder* touche le sol de Mars le 4 juillet 1997. Elle effectue des mesures sur le sol et l'atmosphère, et *Sojourner*, un petit robot à 6 roues, explore un rayon de quelques dizaines de kilomètres autour du module.

• En 2003, la première sonde européenne, *Mars express*, a pour mission de placer 7 instruments de mesure en orbite et de larguer *Beagle*, un robot qui devra rechercher des traces de vie fossile.

LE SYSTÈME SOLAIRE

Si Mars a fait l'objet de nombreux programmes, du fait de sa ressemblance avec la Terre et de la possibilité d'y trouver de la vie, de nombreuses sondes ont également été lancées vers les principaux corps célestes du système solaire.

Jupiter et Saturne ont été visités par *Voyager 1* (lancé par les États-Unis en 1977), Uranus et Neptune par *Voyager 2* (lancé la même année) et *Vénus* (en 1985), ainsi que la comète de Halley (1986), par les sondes soviétiques *Véga 1* et *Véga 2*. Le Soleil a été étudié depuis les pôles par *Ulysses* en 1994, et de face par *Soho*, toujours en activité, en 1995.

VERS DES MONDES INCONNUS

Certaines sondes, après avoir effectué leur mission, se dirigent vers les confins du système solaire, pour se perdre dans l'espace de notre galaxie. La tentation a été grande de leur faire porter des

messages destinés aux formes de vie qu'elles seraient éventuellement amenées à croiser.

Ainsi, la sonde *Pioneer 10*, lancée le 3 mars 1972, porte une plaque

métallique où sont représentés un **couple nu** (dont les dimensions sont indiquées par la silhouette stylisée de la sonde), un atome d'hydrogène, le système solaire et les coordonnées de la Terre par rapport aux 14 principaux pulsars. *Pioneer 10* est aujourd'hui sortie du système solaire. *Voyager 1* et 2 portent quant à elles chacune 1 h 30 d'enregistrements vocaux et d'extraits de musiques de tous les continents.

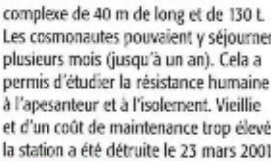
Il leur faudra néanmoins 40 000 ans pour croiser la première étoile, et peut-être plusieurs millions d'années pour atteindre un système planétaire.

LES STATIONS SPATIALES

Parallèlement aux lanceurs qui ont permis de mettre en orbite des capsules habitées, il est rapidement apparu nécessaire aux scientifiques de disposer de plates-formes de séjour plus long. Les stations spatiales (ou orbitales) répondent à ce besoin.

Deux approches s'opposent : la solution soviétique, avec les missions *Salyout* et la station *Mir*, et l'option américaine, avec *SkyLab* puis le choix des navettes. Les Soviétiques sont les premiers à développer un programme de station spatiale. Entre 1971 et 1982, 7 stations *Salyout* seront envoyées dans l'espace. Les premières ne restent que quelques mois en orbite, mais *Salyout 6* sera opérationnelle 5 ans, et *Salyout 7* 4 ans. Délaiée au profit du projet *Mir*, la dernière station *Salyout* se désintègre dans l'atmosphère le 7 février 1991.

Le premier élément de la station *Mir* fut mis en place en février 1986. À terme, elle formait un



complexe de 40 m de long et de 130 t. Les cosmonautes pouvaient y séjourner plusieurs mois (jusqu'à un an). Cela a permis d'étudier la résistance humaine à l'apesanteur et à l'isolement. Vieillesse et d'un coût de maintenance trop élevé, la station a été détruite le 23 mars 2001.



Pour concurrencer *Salyout*, les Américains lancent *SkyLab* le 14 mai 1973. Mesurant 24,6 m sur 6,6 m, la station est alimentée par 213 000 cellules solaires fonctionnant en alternance avec des batteries. Trois équipages y ont séjourné, respectivement 28, 59 et 84 jours. Leurs travaux ont essentiellement porté sur l'étude des corps célestes et les réactions d'animaux en apesanteur (une araignée tentant de tisser sa toile...).

La station s'est désintégrée au-dessus de l'océan Indien le 11 juillet 1979. À l'étude depuis 1984, le projet d'une station spatiale internationale devrait réunir, à terme, 16 pays. En janvier 2003, elle ne comprend encore que 3 segments de base, et la catastrophe de la navette *Columbia* fait craindre d'importants retards dans son programme de montage.