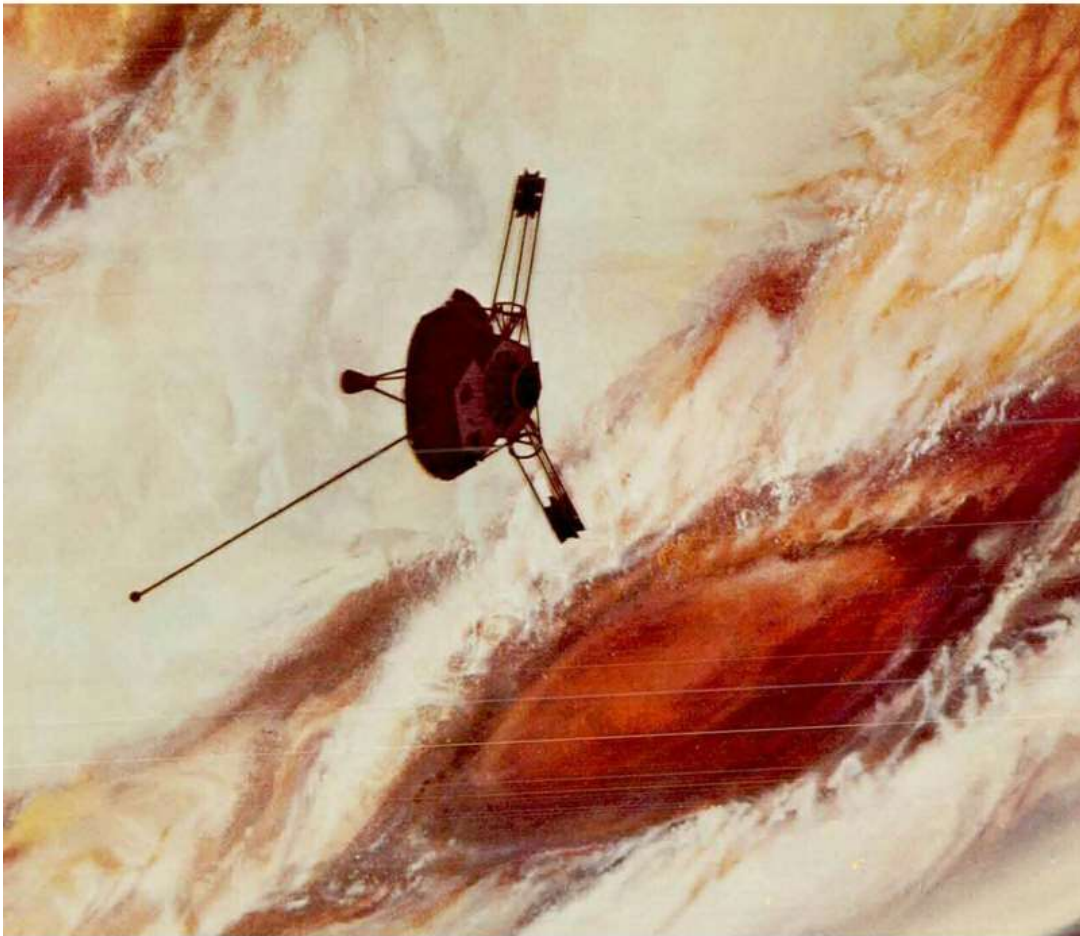


**VOYAGE  
DANS  
L'ESPACE**

Épisode

42

**LA GRANDE EXPÉDITION DES VOYAGER**



**1<sup>ère</sup> partie: le Grand Tour**

## Le balado et les fascicules

Depuis janvier 2018, Claude Lafleur et Mathieu Rancourt produisent un balado consacré à l'exploration de l'espace. Intitulé *Voyage dans l'espace*, il est diffusé sur la plateforme soundcloud.com. Chaque épisode vous fait parcourir une dimension particulière, qu'il s'agisse de l'exploration d'une planète, de la recherche de vie dans l'Univers ou de l'aventure des astronautes et de ceux et celles qui rêvent d'espace.

Pour chaque balado, ils préparent un exposé détaillé, sous forme de questions/réponses. Ils publient ces exposés sous forme de fascicules pdf, comme celui-ci. Il s'agit donc d'une conversation entre l'animateur de *Voyage dans l'espace*, Mathieu, et le passionné d'espace, Claude.

Notez que le balado diffusé s'inspire librement des questions/réponses préparées à cet effet. Le texte qui suit n'est pas un verbatim de l'émission, mais plutôt une autre version; le balado et ce fascicule se complètent l'un et l'autre.

Tous les fascicules sont offerts aux abonnés du balado *Voyage dans l'espace*, abonnement au coût de 5\$/mois, via la plate-forme patreon.com.

**Mathieu Rancourt** est géographe et professionnel de recherche. **Claude Lafleur** est journaliste scientifique qui suit au quotidien depuis cinquante ans les péripéties de l'exploration spatiale.

L'équipe des fascicules:  
Rédaction: Claude Lafleur  
Révision: Richard Massicotte  
Couverture: Mathieu Rancourt  
Illustrations: NASA

Balado: <https://soundcloud.com/voyage-danslespace/>

Abonnement: <https://www.patreon.com/voyagedanslespace>

Facebook: <https://www.facebook.com/voyagedanslespace/>

Courriel: [claudelafleur1@videotron.ca](mailto:claudelafleur1@videotron.ca)

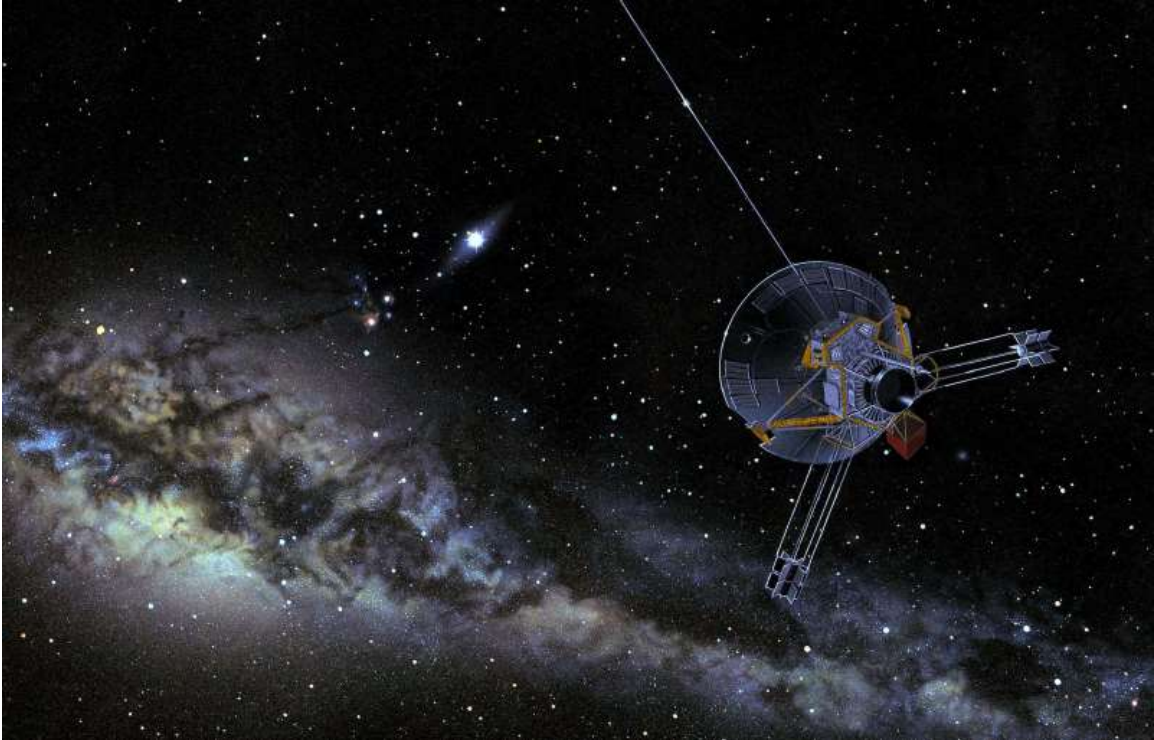
© Copyright, Claude Lafleur, 2020

ISBN 978-2-923275-94-9 (pdf)

ISBN 978-2-923275-95-6 (kindle)

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec, 2020

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Canada, 2020



## La grande expédition des *Voyager*

### Première partie: le Grand tour

Écoutez le balado *La grande expédition des Voyager* diffusé le 2 février 2020.

À l'été de 1977, la NASA entreprend la plus mémorable mission d'exploration de tous les temps en lançant les deux sondes *Voyager* à destination des quatre planètes lointaines du Système solaire. Il s'agit en effet de la plus ambitieuse expédition jamais tentée puisqu'elle s'étendra sur des décennies, couvrira des milliards de kilomètres et explorera des dizaines de nouveaux mondes. Rien de comparable n'a jamais été réalisé depuis et quarante ans plus tard, les *Voyager* poursuivent toujours leur exploration des confins du Système solaire, ce qui en fait une prouesse technologique incomparable.

En effet, combien de machines sur Terre fonctionnent après quarante ans d'usage, sans n'avoir jamais fait l'objet d'aucune réparation ni même d'un entretien régulier? Qui plus est, les

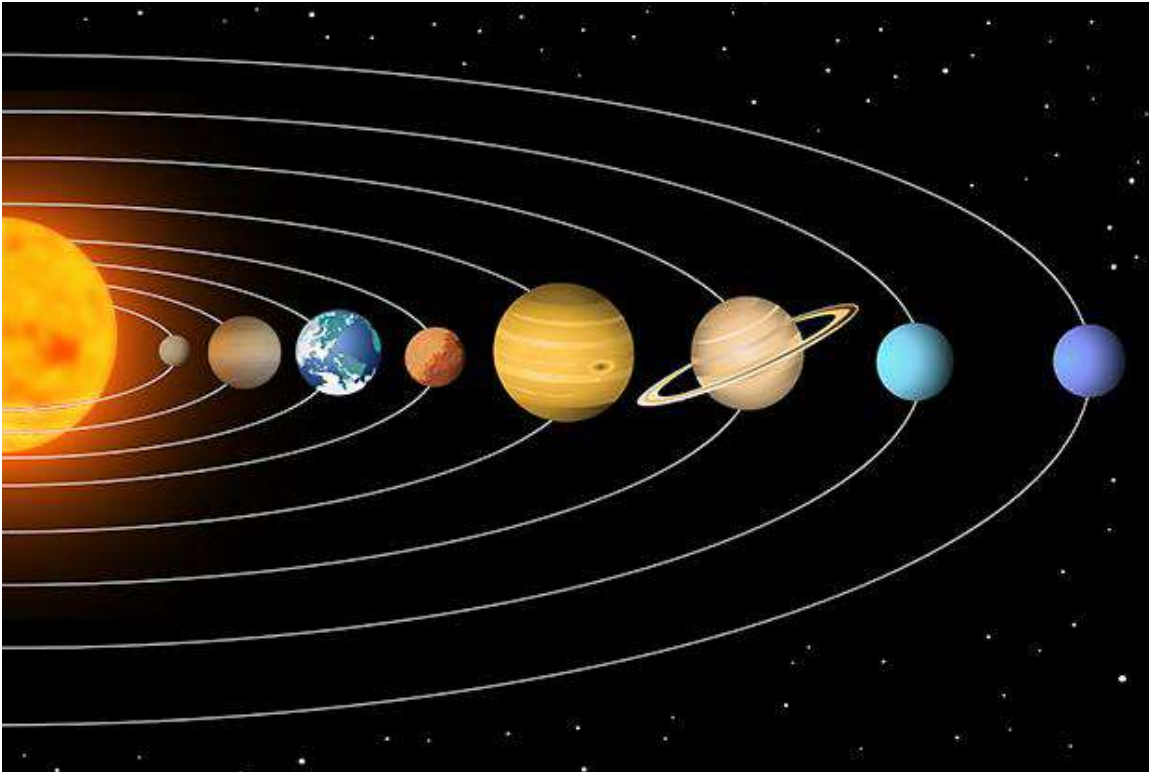
*Voyager* endurent l'environnement extrême de l'espace.

Pour toutes ces raisons – et pour plusieurs autres –, il s'agit incontestablement de la plus grande expédition de notre époque, les *Voyager*, qui sont

pourtant des robots, figurent désormais au côté des Grands explorateurs qui ont jadis sillonné la Terre.

Elles ont profité d'une circonstance exceptionnelle: un alignement des planètes qui ne survient qu'à tous les 179 ans environ; la prochaine fois qu'on pourra tenter pareille expédition, ce sera dans les années 2160.

Pourtant, cette grandiose aventure a bien failli ne jamais voir le jour... tout simplement parce que des administrateurs soucieux des dépenses publiques ont cherché à économiser quelques centaines de millions de dollars en supprimant tout bonnement le projet!



Le Système solaire est formé du Soleil et de huit planètes principales, dont les distances sont des centaines de fois plus grandes qu'illustré ici. Au début des années 1970, des sondes ont visité Vénus et Mars et on rêvait d'aller explorer les quatre grosses planètes externes (à droite).

## I – Le Grand tour du Système solaire

### De la Lune au Grand tour

L'année 1969 passe à l'Histoire comme étant celle où des hommes ont posé le pied sur le sol d'un autre corps céleste — la Lune —, deux Américains ayant accompli nos premiers pas hors du berceau de l'humanité. Fort de cet exploit, les Américains ont envisagé se

rendre sur Mars dès 1986. Mais ils y ont renoncé puisqu'il leur en aurait coûté cinq fois plus cher que d'aller sur la Lune. (Écoutez à ce sujet notre premier balado, *Destination Mars*, diffusé le 4 février 2018.)

Mais 1969 passe aussi à l'histoire comme étant l'année où on a conçu le projet de visiter toutes les planètes

géantes du Système solaire. Les spécialistes des missions interplanétaires avaient en effet réalisé qu'au cours des années 1980, on assisterait à une circonstance remarquable: les cinq planètes situées au-delà de l'orbite de Mars se trouveront réunies dans le même secteur du Système solaire – toutes du même «côté du Soleil». C'est là une circonstance exceptionnelle puisque Jupiter prend 12 ans pour faire le tour du Soleil, Saturne 30 ans, Uranus 84 ans, Neptune 165 ans et Pluton 248 ans. La plupart du temps, elles se retrouvent donc éparpillées tout autour du Soleil... sauf à tous les 179 ans.

Ainsi, dans les années 1980, une sonde lancée en direction de Jupiter pourra par la suite visiter les quatre autres planètes en réalisant ce que les Américains ont baptisé le *Grand Tour* (en français) du Système solaire.<sup>1</sup>

L'occasion est d'autant plus intéressante que durant les années 1960, on avait entrepris d'étudier de près nos deux voisines planétaires, Mars et Vénus. Or, les sondes Mariner et Venera qu'on y a dépêchées nous ont fait faire de surprenantes découvertes. (Écoutez à ce sujet le balado *Mystères planétaires* diffusé le 2 décembre 2018.)



Vénus, la planète voilée, et Mars, la planète rouge, photographiées par des sondes.

C'est pourquoi, au printemps de 1969, la NASA caresse le rêve de lancer

des sondes qui réaliseront la tournée des planètes externes du Système solaire.

Selon James Long, du *Jet Propulsion Laboratory* (le centre spatial de la NASA spécialisé dans l'exploration du Système solaire), il serait préférable de mener deux expéditions distinctes. C'est ainsi que deux sondes visiteraient successivement Jupiter, Saturne et Pluton, tandis que deux autres feraient de même auprès de Jupiter, Uranus et Neptune.<sup>2</sup>

Il préconise donc qu'en lançant des sondes entre 1977 et 1979, on pourrait atteindre Pluton treize ou quatorze ans plus tard, en ayant visité au passage les quatre planètes géantes.<sup>3</sup> Autrement, il faudra compter des décennies pour y parvenir, Pluton se trouvant à quelques six milliards de kilomètres de nous.

Cet alignement planétaire exceptionnel durant les années 1980 représente donc une occasion unique pour visiter les cinq planètes en une douzaine d'années seulement. (À noter toutefois qu'en réalité, on n'atteindra Pluton qu'en 2015, alors que grâce au Grand tour, on aurait pu le faire vingt-cinq ans plus tôt.)

Ce projet de Grand tour, qui consisterait au lancement de quatre sondes spatiales, coûterait près d'un milliard \$ (en dollars de l'époque), ce qui équivaldrait à quelques cinq milliards \$ de nos jours.

## Sauts technologiques

Dès le début de l'ère spatiale, on s'est empressé de visiter la Lune, Mars et Vénus au moyen de robots qu'on appelle des sondes spatiales ou sondes interplanétaires. Nous étions curieux de sonder différents corps célestes afin de

les comparer à notre planète. Comme la Terre, il s'agit de petits astres, mesurant de 3500 à 12 000 km de diamètre. (Seule Mercure échappait à la visite de nos sondes étant donné sa proximité d'avec le Soleil.<sup>4</sup>)

On rêvait également d'explorer les planètes géantes (50 000 à 145 000 kilomètres de diamètre), sachant qu'il s'agit de corps célestes très différents des petites planètes. Alors que celles-ci sont des astres rocheux, les géantes sont essentiellement des sphères de gaz. Mais voilà que leur exploration pose d'importants obstacles, dus principalement à leur éloignement, qui nous imposent de faire des bonds technologiques de géant.<sup>5</sup>

Ainsi, Jupiter gravite trois fois plus loin du Soleil que Mars (780 millions de kilomètres, comparativement à 225 millions de kilomètres pour Mars). Nos sondes prendront donc des années pour s'y rendre, et non pas des mois.<sup>6</sup> Il faudra par conséquent concevoir des robots capables d'endurer aussi longtemps les rigueurs de l'espace (vide, températures extrêmes, radiations, particules de toute sorte, etc.).

En outre, une telle distance impose d'importants délais dans les communications radio, puisque les signaux émis par une sonde se trouvant aux abords de Jupiter prendront une quarantaine de minutes à nous parvenir. Pas question donc de téléguider en temps réel nos sondes; il faudra les doter des capacités informatiques nécessaires pour qu'elles fassent face par elles-mêmes au plus grand nombre possible d'imprévus.

Se pose aussi le problème de l'alimentation en énergie électrique. Dans le cas des sondes qui explorent Mars et Vénus, on les équipe de panneaux so-

laires (tapissés de cellules photosensibles à la lumière) qui convertissent l'énergie du Soleil en électricité de bord. Toutefois, Jupiter étant trois fois plus loin du Soleil que Mars, elle reçoit neuf fois moins d'énergie. On pourrait théoriquement doter nos sondes joviennes de panneaux solaires neuf fois plus grands que ceux des sondes martiennes, mais cela serait trop lourd et encombrant. On doit donc développer ce que les ingénieurs appellent des «générateurs thermonucléaires», sorte de petites centrales nucléaires qui transforment la chaleur dégagée par une pastille de plutonium en électricité.<sup>7</sup>



Sonde martienne *Mariner* munie de quatre panneaux solaires disposés en forme de croix.

Si, de nos jours, on maîtrise parfaitement toutes ces technologies — redondance informatique, télécommunication et navigation à grande distance, production d'énergie de bord, etc. —, ce n'était pas le cas dans les années 1960. Il a fallu tout inventer.

Et puis, toute expédition par-delà l'orbite de Mars présente un ultime obstacle, peut-être même infranchissable, mais en même temps intrigant et si intéressant: la Ceinture d'astéroïdes.

## Danger extrême de collisions?

Que s'est-il donc passé entre l'orbite de Mars et de Jupiter?

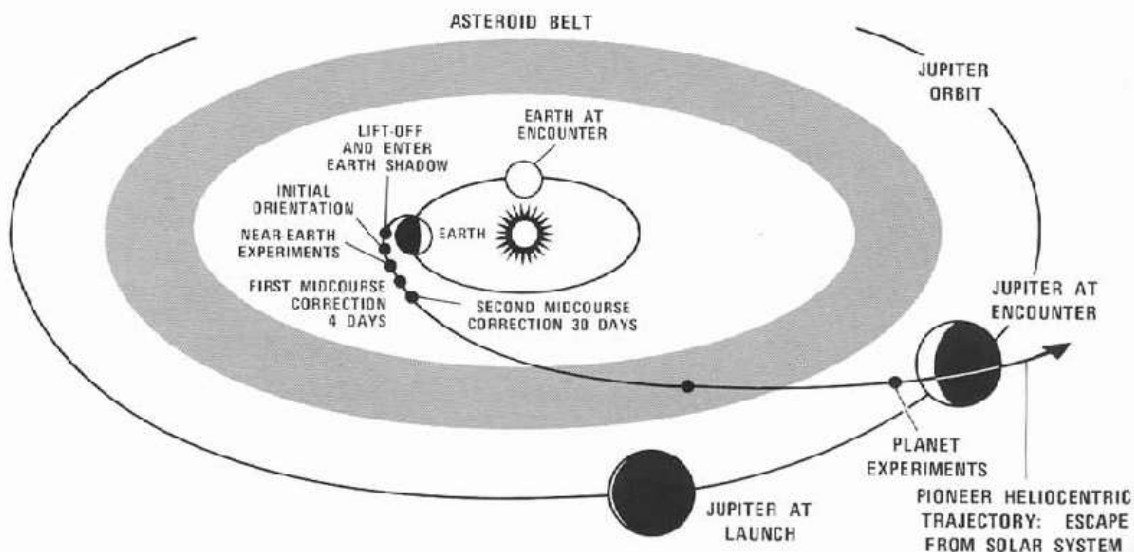
C'est la question qu'on se pose depuis qu'on a découvert, dans les années 1800, une zone unique en son genre entre ces deux planètes. Pour des raisons qu'on ignore, cette zone est peuplée d'une énorme quantité de petits astres, certains faisant quelques centaines de kilomètres jusqu'aux plus petites roches et grains de sable. Ces «cailloux» gravitent autour du Soleil comme les planètes; d'ailleurs, le premier d'entre eux, découvert en 1801, a longtemps été considéré comme une planète à part entière. Il s'agit de Cérès, le plus gros de tous puisqu'il mesure 950 kilomètres de diamètre (la Lune = 3500 km).

Devant le nombre sans cesse croissant de ces très petites planètes, on a créé une catégorie spéciale pour elles: les astéroïdes. (Écoutez à ce propos le

balado *Les astéroïdes* diffusé le 19 mai 2019.)

À la fin des années 1960, on en avait repéré plus de trois mille, mesurant plusieurs kilomètres de diamètre et dont on connaissait bien l'orbite. Mais on soupçonnait qu'il devait aussi exister quelques cinquante mille autres astéroïdes d'un kilomètre et plus.<sup>8</sup> Et à ceux-là devait sans doute s'ajouter un nombre incalculable d'astéroïdes de quelques centaines de mètres à une myriade de petites roches et de grains de sable.

Pour cette raison, on appelle cette zone la *Ceinture d'astéroïdes*. Il s'agit d'un anneau, un peu semblable aux anneaux de Saturne, qui s'étend au-delà de l'orbite de Mars, à 300 millions de kilomètres du Soleil et sur une distance de près de 200 millions de kilomètres. (Mais contrairement aux anneaux de Saturne, qui sont faits de particules de glace très serrées, la Ceinture d'astéroïdes est beaucoup plus ténue et n'est par conséquent pas visible, même pour un extraterrestre «bien positionné».)



La Ceinture d'astéroïdes (en gris) que devrait traverser une sonde pour atteindre Jupiter.

Or, on sait que la moindre collision entre l'une de nos sondes avec un astéroïde – qu'importe sa taille – risque fort d'être fatale. Pourquoi? Parce qu'en traversant la Ceinture d'astéroïdes, une sonde file à la vitesse de plusieurs dizaines de milliers de kilomètres-heure. Bien sûr, le moindre impact à une telle vitesse, ne serait-ce qu'avec un astéroïde de quelques grammes seulement, sera plus percutante que de recevoir un boulet de canon en plein front!<sup>9</sup> Notre sonde serait pulvérisée. Et malheureusement, il est impossible de la protéger, même avec l'armure la plus résistante qu'on puisse concevoir, étant donné les vitesses en jeu.

La question qu'on se posait donc à l'époque était: quelle est la probabilité qu'une sonde entre en collision avec un astéroïde? Sera-t-il possible de traverser sans encombre cette ceinture de 200 millions de kilomètres de large, une traversée qui prendra des mois? À quel niveau de risque s'expose-t-on?

D'un autre côté, cette zone particulière du Système solaire présente un grand intérêt scientifique puisqu'on se

demande en quoi consistent ces petits astres. S'agit-il de roches ou de particules de glace, d'un mélange des deux ou de quelque chose d'autre? Sont-ils tous de même composition où y a-t-il des variétés d'astéroïdes?

Mais surtout, la question qu'on se pose: pourquoi une telle ceinture existe-t-elle? S'agit-il des restes d'une planète qui ne se serait jamais formée entre Mars et Jupiter ou, au contraire, d'une planète qui a été pulvérisée? Dans le premier cas, ces astéroïdes pourraient nous informer au sujet de la matière de base à partir de laquelle se sont constituées les planètes – ce qui est fort intéressant. Dans le second cas, on cherchera à savoir ce qui s'est passé au juste. La planète à l'origine de la Ceinture d'astéroïdes a-t-elle été victime d'une collision cosmique (si oui, quand?) ou a-t-elle été disloquée par l'intense force gravitationnelle qu'exerce Jupiter tout autour d'elle?

Quoi qu'il en soit, outre le fait qu'on était très intéressé à visiter les planètes au-delà Mars, on l'était tout autant à étudier de près, *in situ*, la Ceinture d'astéroïdes – pour des raisons aussi bien techniques que scientifiques.

## II – Périls techniques et budgétaires

### De véritables pionniers

En 1969, on rêvait donc d'explorer les géantes du Système solaire en profitant d'une occasion qui ne survient qu'à tous les 179 ans. Mais il fallait d'abord résoudre nombre de problèmes techniques.

À cette fin, la NASA décide de lancer deux sondes ayant pour mission de

mettre à l'épreuve l'ensemble des technologies nécessaires pour accomplir le Grand tour, dont une première incursion à travers la Ceinture d'astéroïdes et jusqu'à Jupiter. Deux sondes seront lancées, la seconde servant de «réserviste» au cas où la première ne parviendrait pas à compléter sa mission. Elles sont nommées *Pioneer 10* et

*Pioneer 11*, de véritables pionniers de l'exploration du Système solaire.<sup>10</sup>

Comme toute sonde spatiale, ce sont des robots, mais non pas des robots aux formes humanoïdes équipés de bras et de jambes, comme nous le montre généralement la science-fiction. Il s'agit néanmoins de robots dotés de sens qui leur permettent de percevoir et de mesurer le milieu dans lequel elles évoluent et, surtout, de nous transmettre leurs observations.

Dans le cas de ces *Pioneer*, ce sont des robots qui ont la taille d'un pneu de 1,35 mètre de diamètre et de 35 centimètres d'épaisseur, surmonté d'une coupole de 2,75 mètres de diamètre. Chacun pèse 259 kilogrammes et fait 2,9 mètres de haut.<sup>11</sup> Ils emportent un ensemble de onze instruments scientifiques ne pesant que 25 kg.



Une sonde *Pioneer*, mesurant 2,9 mètres de haut.

Chacune est munie d'une grande antenne parabolique blanche pour assurer les communications avec la Terre sur des milliards de kilomètres de distance. Ces sondes sont également dotées de bras porteurs d'équipements divers, dont des appareils de mesures scientifiques ainsi que de deux générateurs thermonucléaires produisant 144 watts d'électricité. À noter qu'elles sont aussi équipées d'un émetteur radio de 165 watts seulement. (Voilà qui se compare à une ampoule lumineuse de 100 watts; ce qui est très peu.)<sup>12</sup>

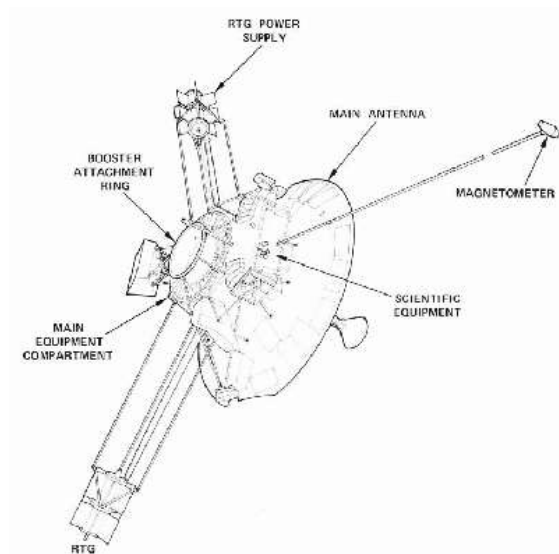


Chaque sonde *Pioneer* est munie de trois grands bras. Le très long bras (de 6,6 mètres, visible sur la gauche) porte un photo-polarimètre, un détecteur de radiations et un détecteur de météorites. Le bras du haut porte un photomètre ultraviolet, tandis que celui du bas porte les deux générateurs thermonucléaires.

À l'origine, cette mission était dite *Pioneer Jupiter Mission*, puisqu'elle ne visait que la plus grosse planète du Système solaire.

L'une des particularités de ces sondes est que, tout au long de leur voyage à travers le Système solaire, elles tourneront sur elles-mêmes à la manière d'une roue de bicyclette (à raison de cinq tours-minute). C'est là une façon simple de les stabiliser pour éviter qu'elles ne pirouettent dans tous les sens et de façon incontrôlée.

Cependant, ce mode de stabilisation complique la prise de photos. En conséquence, les *Pioneer* ne sont pas équipées de puissants appareils-photos, comme le seront les *Voyager* – ce qui, pour nous du grand public, fera toute la différence.<sup>13</sup> Elles emportent plutôt avec elles principalement des appareils conçus pour mesurer l'environnement interplanétaire, notamment l'intensité des radiations ainsi que la présence du vent solaire, des particules cosmiques et des micrométéorites.



*Pioneer 10* devait s'envoler fin-février ou début-mars 1972, tandis que sa consœur suivrait en avril 1973. Si tout allait bien, la première s'aventurerait dans les parages de Jupiter en décembre 1973, alors que la seconde en ferait autant un an plus tard.<sup>14</sup> Mais un accident de lancement, ou en cours de vol, est toujours possible.

Incidemment, au printemps de 1971, la NASA a procédé au lancement des deux premières sondes destinées à se placer en orbite autour de Mars, afin de l'ausculter durant une bonne année. Hélas, la sonde *Mariner 8* a été perdue peu après son décollage le 9

mai. Heureusement, *Mariner 9* s'est envolée sans problème trois semaines plus tard et a réalisé une formidable mission d'auscultation de Mars. Le lancement est de fait la phase la plus risquée de toute mission spatiale, aujourd'hui comme autrefois.

Normalement, au décollage, la fusée Atlas-Centaur confèrera à chacune des *Pioneer* la vitesse de 51 500 kilomètres-heure; jamais l'un de nos engins spatiaux n'a atteint une telle vitesse... qui ne représente pourtant que 0,005% de la vitesse de la lumière.

Selon Robert Kraemer, directeur des programmes interplanétaires de la NASA, ces *Pioneer* constituent le «précurseur essentiel» au Grand tour.<sup>15</sup> Elles seront non seulement les premières à s'aventurer dans la Ceinture d'astéroïdes mais, si elles en ressortent indemnes, elles seront ensuite soumises à l'intense champ de radiations que dégage Jupiter et qu'on redoute beaucoup. On craint en effet que si une sonde ne s'aventure trop proche de Jupiter, ses circuits électroniques seront grillés par l'intensité des radiations.



Jupiter, une sphère de gaz de 143 000 km.

## La reine des planètes

Jupiter est à bien des égards la planète qui domine le Système solaire. Si un extraterrestre nous observait de

loin, c'est elle qu'il verrait en premier (après le Soleil, bien entendu).

Jupiter mesure 143 000 kilomètres de diamètre, soit onze fois le diamètre de la Terre. Faire le tour de notre planète à bord d'un avion filant à 900 km/h prendrait moins de deux jours, mais près de 21 jours dans le cas de Jupiter. On pourrait aussi loger 1300 fois la Terre à l'intérieur du volume de la planète géante.

À elle seule, Jupiter rassemble deux fois et demie plus de matière que toutes les autres planètes réunies. (La Terre représente moins de 1/500<sup>e</sup> de la masse totale des planètes.) C'est dire à quel point on est bien peu de chose...

On estime que Jupiter a probablement joué un rôle déterminant dans l'évolution de la vie terrestre; il se pourrait même que sans elle, nous n'existerions peut-être pas. En effet, l'intense force de gravité qu'exerce cette planète autour d'elle (320 fois plus que la Terre) a fait dévier bon nombre des astéroïdes et des comètes qui, autrement, se seraient abattus sur notre planète — détruisant par le fait même la vie à la manière de ce qu'ont subi les dinosaures il y a 66 millions d'années. On a donc probablement échappé à de très nombreuses instincts massives grâce à la présence de la géante Jupiter.

Par ailleurs, la composition de cette planète est très différente de la nôtre, Jupiter se composant à 75% d'hydrogène et à 24% d'hélium (en termes de masse). C'est essentiellement un astre de gaz et de liquides, sans surface solide, mais au cœur duquel se trouve probablement un noyau de matière très dense.

Jupiter a pratiquement la même composition que le Soleil. L'étudier de près revient en quelque sorte à scruter

le Soleil, mais sans avoir à subir l'environnement infernal qui entoure notre étoile. Elle émet d'ailleurs plus d'énergie qu'elle n'en reçoit du Soleil (ce qui n'est pas le cas de la Terre). C'est une sorte de quasi-étoile ou une étoile ratée.

Jupiter présente aussi la particularité étonnante des astres qui sont pour l'essentiel constitués de gaz (comme le Soleil): c'est-à-dire que toutes ses parties ne tournent pas au même rythme. Dans l'ensemble, la planète tourne sur elle-même en 9 heures et 55 minutes, mais l'équateur prend cinq minutes de moins. Imaginez si, sur Terre, l'équateur se déplaçait plus rapidement par rapport au reste de la planète!

La durée de la journée est donc de 9 heures et 55 minutes (au lieu des 24 heures sur Terre). La planète met l'équivalent de 4332 jours terrestres (12 ans) pour effectuer une orbite autour du Soleil — ce qui correspond à l'année jovienne. Mais si on divise cette période par la durée de la journée sur Jupiter, on obtient que l'année jovienne compte 10 400 jours!

Enfin, Jupiter présente un très grand intérêt pour les missions interplanétaires: on peut s'en servir pour se propulser vers les autres planètes. En effet, une sonde s'approchant d'elle voit sa vitesse augmenter, puisqu'elle tombe vers Jupiter de plus en plus rapidement. Mais si on la dirige correctement, on peut faire en sorte que la sonde frôle la planète tout en acquérant un maximum de vitesse — beaucoup de vitesse — qui sert ensuite à atteindre la planète suivante, Saturne, en beaucoup moins de temps que si on s'élançait depuis la Terre sans passer par Jupiter.

Voilà ce qu'on appelle l'«assistance gravitationnelle» d'une planète qui

permet de gagner énormément de vitesse (et de temps) sans dépenser une seule goutte de carburant. Et c'est là le principe du Grand tour: se servir de la force de gravité de Jupiter pour gagner rapidement Saturne, puis de la force gravitationnelle de celle-ci pour parvenir à Uranus, et de celle d'Uranus pour atteindre Neptune «en un rien de temps»! Bien sûr, il faut pour cela que ces planètes soient alignées correctement, sans quoi on parviendrait à l'orbite de l'une d'elles alors que celle-ci se trouverait quelque part ailleurs le long de son orbite autour du Soleil. Or, l'occasion de bondir de l'une vers l'autre des quatre planètes ne se présente qu'à tous les 179 ans.

Toutefois, le passage près de Jupiter présente un sérieux risque qu'on mesurait mal au début des années 1970. On savait que Jupiter possède un intense champ de radiations, comme la Terre (les Ceintures de van Allen), mais ce champ est nettement plus intense que celui qui entoure notre planète.<sup>16</sup>

Par conséquent, trois questions se posaient à nous: (1) quelle est l'intensité précise de ce champ de radiations, (2) de quelle façon se répartit-il autour de Jupiter (sa structure), et (3) sera-t-il possible pour nos sondes de frôler la planète sans pour autant se faire «griller»?

D'où l'importance de dépêcher sur place et le plus tôt possible deux pionnières qui paveront la voie au Grand tour.

Mais tandis que les ingénieurs de la NASA s'afféraient à préparer ces deux *Pioneer* pour leur lancement en 1972 et en 1973, le projet Grand tour subit un revers désastreux.

## Le Grand tour annulé!

On l'a oublié de nos jours, mais au début des années 1970, les États-Unis étaient en proie à de très sérieux problèmes sociaux — pauvreté dans les villes, ségrégation, révoltes de toute sorte, etc. —, tout en faisant face à une douloureuse récession économique. Une bonne part de ces problèmes venait de ce que le pays menait une guerre désastreuse et ruineuse au Vietnam. Non seulement cette guerre coûtait-elle très cher en vies humaines (des dizaines de milliers de victimes chaque année), mais elle coûtait de trois à quatre fois plus que tous les projets de la NASA; en effet, les Américains ont alloué 12,6 et 8,6 milliards \$ à la guerre au Vietnam en 1971 et en 1972,<sup>17</sup> tandis que l'agence spatiale ne recevait que 3,3 milliards \$ ces années-là. Mais surtout, cette guerre faisait courir le risque aux jeunes hommes de passer une année de services militaires dans l'enfer vietnamien; de fait, 58 220 soldats américains périrent, pour la plupart des jeunes de 18 à 21 ans. Face à un avenir aussi incertain — chômage et risque de périr au Vietnam — la jeunesse américaine se révolte.

C'est dans ces circonstances difficiles que doit gouverner le président Nixon, en fonction depuis janvier 1969.

Au début de chaque année, tout président doit présenter au Congrès son plan de dépenses budgétaires pour l'année suivante. Le 29 janvier 1971, Richard Nixon soumet donc un plan de dépenses totalisant \$229 milliards \$, dont le tiers est consacré aux activités militaires.<sup>18</sup>

La portion militaire comporte entre autres 926 millions \$ pour l'achat de missiles Minuteman et 409 millions \$

pour des missiles Poseidon – de terribles armes nucléaires qui ne serviront fort heureusement jamais.<sup>19</sup> Mais quel gaspillage tout de même...

Quant à la NASA, le président requiert un budget de 3,3 milliards \$ (23 fois moins que pour les activités militaires), en baisse de 27 millions \$ par rapport à 1971. Le programme Apollo est par conséquent amputé du tiers de son budget, ce qui entraîne l'annulation de deux missions d'exploration du sol lunaire, Apollo 18 et 19. Quant au Grand tour, dont la facture totale devrait frôler le milliard \$, son maigre budget prévu pour 1972 (30 millions \$) est réduit des deux tiers. La NASA se voit donc dans l'obligation de le «restructurer».<sup>20</sup>

L'année suivante (janvier 1972), le président Nixon requiert une somme de 3,4 milliards \$ pour la NASA, soit 83 millions \$ de plus que l'année précédente. Toutefois, cette augmentation est accaparée par le programme de la Navette spatiale qui démarre.<sup>21</sup>

De ce fait, le 24 janvier, James Fletcher, l'administrateur de la NASA, annonce que le Grand tour sera remplacé par un projet moins ambitieux d'«exploration de la planète Jupiter, et peut-être de Saturne», précise-t-il.<sup>22</sup>

Le mois suivant, John Naugle, responsable des programmes scientifiques de la NASA, présente ce qu'il qualifie lui-même de «programme nettement plus modeste d'exploration des planètes lointaines», en remplacement du Grand tour, qui comprenait quatre sondes mais «annulé en raison de contraintes budgétaires». La NASA espère plutôt lancer en 1977 deux sondes de type *Mariner*, c'est-à-dire des robots de calibre inférieur à ceux prévus pour le Grand tour.<sup>23</sup> En outre, les *Mariner* ne visiteront que Jupiter et Saturne, puisqu'on ne parle désormais plus d'Uranus, de Neptune et de Pluton. Ce nouveau projet, baptisé *Mariner Jupiter Saturn*, coûtera entre 250 et 350 millions \$, soit trois fois moins que le Grand tour.<sup>24</sup>

### III – Les premiers pas

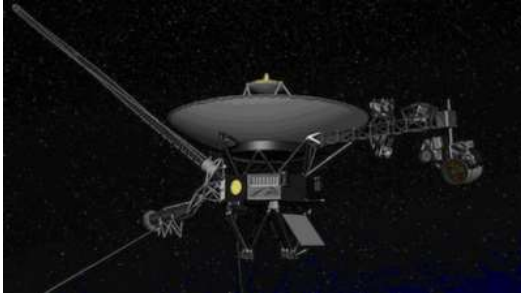
#### Un échancier casse-cou

C'est dans ce contexte que le projet *Mariner Jupiter Saturn*, rebaptisé *Voyager* en 1977, démarre officiellement le 1<sup>er</sup> juillet 1972.<sup>25</sup> Pendant que les ingénieurs esquissent les caractéristiques techniques des sondes – compte tenu d'une foule de contraintes physiques et budgétaires –, la NASA sollicite la communauté scientifique afin d'obtenir des propositions

d'expériences qu'on pourrait mener grâce aux deux *Mariner*.

Elle reçoit 77 propositions, émanant de 31 équipes et de 44 chercheurs individuels. Après une analyse détaillée, 28 sont retenues, soit 9 projets d'instrument et 19 projets d'expérience. En tout et pour tout, plus d'un millier de spécialistes – gestionnaires, ingénieurs, scientifiques et techniciens – prendront part au projet.

Il s'agira, souligne-t-on à l'époque, des sondes spatiales les plus évoluées



Une sonde *Voyager* comme telle se trouve sous une coupole parabolique (blanche). Elle porte plusieurs bras sur lesquels est fixée une foule d'équipements.



jamais conçues et qui s'aventureront plus loin que toutes autres à travers le Système solaire.<sup>26</sup>

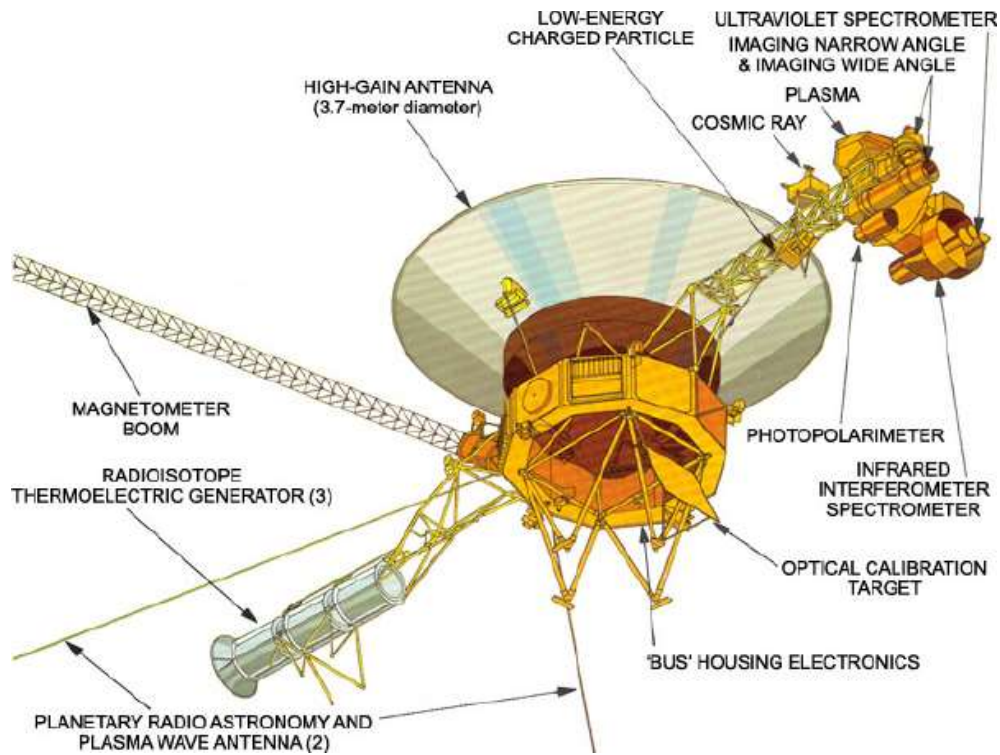
Le millier d'hommes et de femmes qui participe au projet ne dispose que de quatre années pour faire passer les *Voyager* de la planche à dessins jusqu'à leur lancement de Cap Canaveral à l'été de 1977. C'est ainsi que, comme la plupart des projets du genre – soumis à des échéanciers aussi serrés qu'incontournables – *Voyager* sera réalisé au prix de longues et très intenses années de labeur qui imposeront d'énormes sacrifices aux familles des participants. (On dénombre d'ailleurs un taux élevé de divorces au sein de la communauté aérospatiale.)

Une sonde *Voyager* s'apparente à une *Pioneer*, mais en plus gros. Ainsi, elle pèse 815 kilogrammes (contre 259 kg pour une *Pioneer*), mesure 3 mètres de diamètre (1,35 pour *Pioneer*) et est surmontée par une antenne parabolique de 3,7 mètres (2.75 m dans le cas des *Pioneer*). On compare parfois sa taille à celle d'une «voiture sous-compacte mais infiniment plus complexe», ou encore à un ordinateur à qui on demanderait de générer sa propre énergie électrique et de fonctionner sans aucun entretien durant des décennies.

Les opérateurs pourront néanmoins reprogrammer les ordinateurs de bord et remettre à jour leurs logiciels. Les sondes sont également dotées de nombreux systèmes en double exemplaire et de circuits secondaires, ce qui permet de les «reconfigurer» de multiples façons – ce que ne se priveront pas de faire les contrôleurs tout au long des décennies que durera la mission.

Autre particularité étonnante, ces sondes ne sont dotées que d'émetteurs-radio de 23 watts, la puissance d'une ampoule de réfrigérateur qui, pourtant, doit assurer les communications sur des milliards de kilomètres, selon un débit maximal de 115 200 bauds par seconde. (Rappelons que dans les années 1990, nos ordinateurs se connectaient au réseau Internet à l'aide de modems fonctionnant à 56 000 bauds, une lenteur inconcevable de nos jours!)

Les *Voyager* sont munies de bras porteurs d'une foule d'instruments de pointe, dont d'excellents appareils-photos. En outre, elles ne tournent pas sur elles-mêmes, mais sont complètement stables – les ingénieurs parlent d'une «stabilisation selon les trois axes» – ce qui permettra de prendre des mesures très précises dont, ô bonheur, des photos de haute qualité.



Anatomie d'une sonde *Voyager*.

Les sondes emporteront avec elles des instruments permettant de réaliser onze expériences scientifiques dans les longueurs d'onde du visible, de l'infrarouge et de l'ultraviolet. Elles ne feront que passer à vive allure dans les parages de Jupiter et de Saturne, en profitant pour photographier le mieux possible ces deux planètes tout en scrutant leur environnement. Elles étudieront également l'espace interplanétaire et les effets du Soleil à grande distance. Sur place, elles ausculteront de près les quatre principaux satellites de Jupiter ainsi que leurs homologues saturniens, en portant une attention toute particulière à Titan, la seule lune autour de laquelle on a détecté une atmosphère. (Titan mesure 5150 km de diamètre, soit davantage que Mercure, qui ne fait que 4880 km.) Ce satellite naturel présente l'immense intérêt d'être possiblement propice à la vie, pense-t-on à l'épo-

que. C'est ainsi qu'il semble entouré d'une atmosphère semblable à celle que devait posséder la Terre à ses débuts et pourrait donc nous renseigner sur ce que devait être notre planète au moment où la vie y est apparue.<sup>27</sup> Les *Voyager* chercheront également à détecter la présence de d'autres satellites naturels autour de Saturne et, qui sait, peut-être même trouver de nouveaux anneaux?

Les missions de *Voyager 1* et de *Voyager 2* se complètent mutuellement, c'est-à-dire qu'une portion de leurs observations se recouperont tandis que chacune explorera des facettes qui échapperont à l'autre.<sup>28</sup>

### L'incursion des *Pioneer 10* et *11*

Alors que s'amorce le programme *Voyager*, leurs préceuses sont fin prêtes à s'envoler de Cap Canaveral.



La sonde *Pioneer 10*, montée sur un étage-fusée, est sur le point d'être enfermée dans la coiffe de la fusée porteuse.

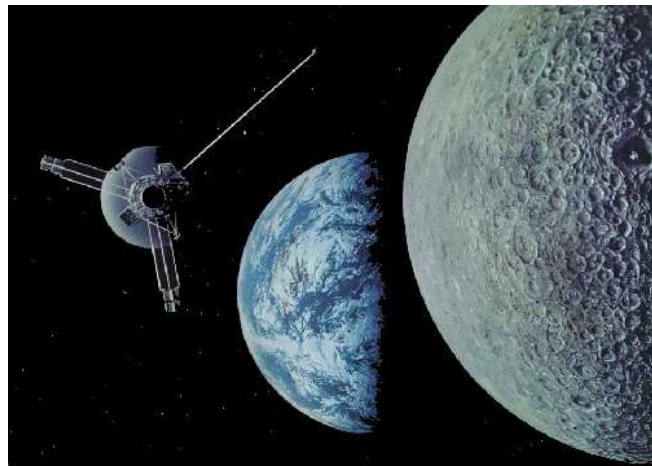


Décollage de *Pioneer 10* de Cap Canaveral.

Les responsables du projet ont décidé que *Pioneer 10* frôlera le plus près possible Jupiter, afin de voir comment résisteront ses circuits électroniques soumis à l'intense champ de radiations – au risque même de périr. Ils ont à l'esprit le fait que plus une sonde passera proche de la planète, plus elle bénéficiera d'une accélération qui la propulsera vers les autres planètes. Si on a une bonne idée de l'environnement auquel sera exposée la sonde – où on pense qu'elle survivra – personne ne le sait vraiment.<sup>29</sup> *Pioneer 10* abordera Jupiter en décembre 1973, tandis que *Pioneer 11* suivra un an plus tard, de sorte que la trajectoire de cette dernière pourra être ajustée en conséquence.

*Pioneer 10* s'envole sans problème le 2 mars 1972, au grand soulagement de tous ceux qui

ont en mémoire la perte de *Mariner 8* dix mois plus tôt. La fusée Atlas-Centaur lui confère la vitesse de 51 682 kilomètres-heure, vitesse suffisante pour lui permettre de devenir la première à quitter le Système solaire. Elle franchit l'orbite de la Lune après seulement onze heures de vol (il faut normalement de deux à quatre jours pour



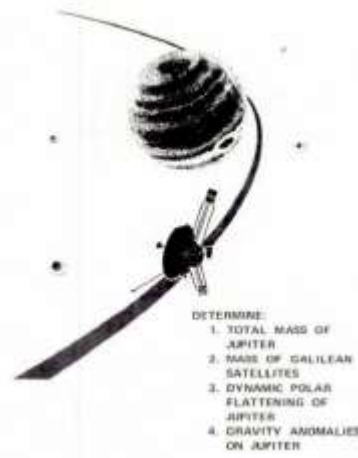
Représentation artistique du passage de *Pioneer 10* aux abords de la Lune.

qu'une sonde lunaire parvienne jusque là).

Quelques semaines après le départ de la Terre, constatant que tout fonctionne à merveille à bord de la sonde, Ralph Holtzclaw, ingénieur en chef de la mission, laisse filer: «Maintenant que nous nous sommes remis de la course folle qui nous a mené jusqu'au lancement de *Pioneer 10*, nous pouvons enfin relaxer et simplement piloter la machine. Et *Pioneer 10* est une belle machine...»

Après quatre mois de vol, le 15 juillet, la sonde s'aventure dans la Ceinture d'astéroïdes... dont elle ressort indemne sept mois plus tard. Elle n'a croisé aucun astéroïde, si ce n'est que des particules microscopiques qui ne lui posent aucun danger. C'est là un grand soulagement. La sonde observe

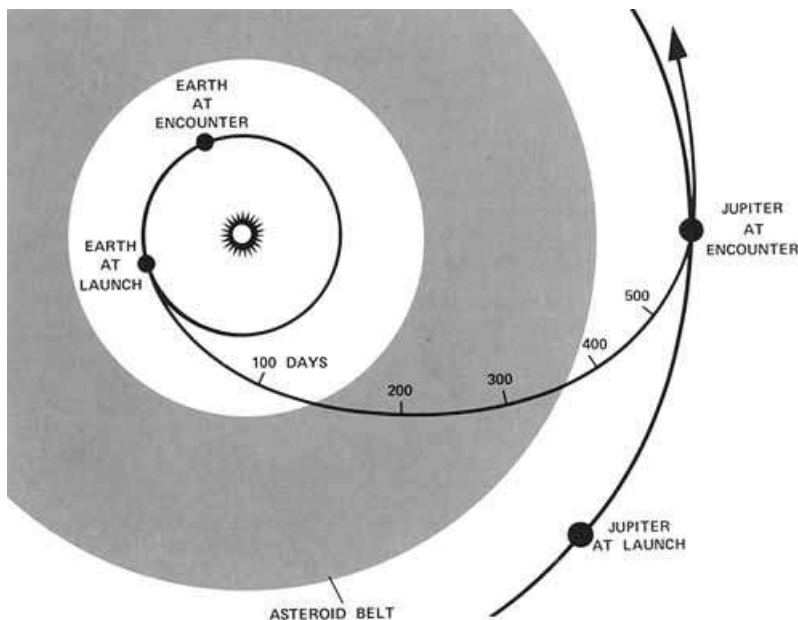
De fait, la traversée jusqu'à Jupiter, qui dure vingt mois, se fait sans heurt et bien mieux qu'on l'espérait.<sup>31</sup>



*Pioneer 10* contourne Jupiter.

Le 26 novembre 1973, la sonde aborde la magnétosphère de Jupiter, les franges lointaines de l'atmosphère de la planète. À partir du 1<sup>er</sup> décembre, elle nous transmet des photos de Jupiter qui surclassent celles qu'on obtient à l'aide de nos meilleurs télescopes terrestres. Il faut alors compter 41 minutes pour recevoir les signaux de *Pioneer 10*, celle-ci se trouvant donc à 41 minutes-lumière de nous (c'est-à-dire à 1,6 milliard de kilomètres).

Le 4 décembre, elle frôle Jupiter à 130 354 kilomètres – ce qui correspond au tiers de la distance Terre-Lune – à la vitesse de 126 000 kilomètres-heure. C'est dire que Jupiter multiplie par



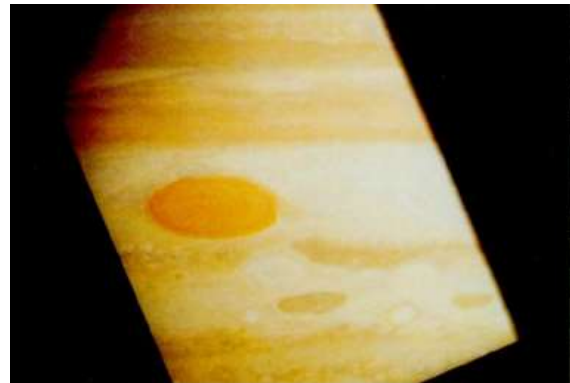
Trajectoire suivie par *Pioneer 10*, de la Terre jusqu'à Jupiter, en traversant la Ceinture d'astéroïdes.

que cette zone semble contenir beaucoup moins de micro-astéroïdes qu'on le craignait, la voie est donc libre pour l'exploration des planètes lointaines.<sup>30</sup>



Ci-dessus, représentation artistique du passage d'une sonde *Pioneer* aux abords de Jupiter, mettant en vedette la fameuse Tache rouge, un «ouragan» qui mesure quelques 60 000 kilomètres de diamètre.

Ci-contre, l'une des meilleures vues de la Tache rouge photographiée par *Pioneer*.



deux fois et demie sa vitesse sans que le robot n'ait eu à utiliser ses moteurs-fusées. Et comble de bonheur, elle survit sans dommage à la traversée de l'intense champ de radiations qui, pourtant, s'avère plus intense que prévu.<sup>32</sup>

Les contrôleurs de vol observent également que la sonde arrive à Jupiter avec une minute d'avance sur leurs calculs, ce qui signifie que la planète

est légèrement plus massive qu'on l'avait estimé (de 1%), sa force de gravité, un peu plus intense, conférant un peu plus de vitesse à la sonde.<sup>33</sup>

Au passage, *Pioneer 10* photographie trois des quatre principales lunes de Jupiter (Callisto, Ganymède et Europe, mais pas Io), nous envoyant 500 images. Les plus précises nous font découvrir des détails de 320 kilomètres,



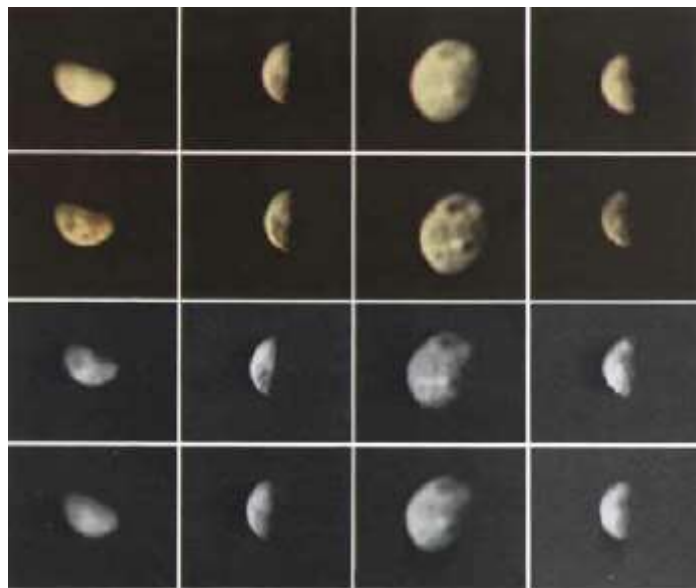
Deux vues de Jupiter prises par la sonde *Pioneer 11*.

ce qui nous permet d'examiner la fameuse Tache rouge – un «ouragan» qui fait cinq fois la taille de la Terre et qui balaie le sud de l'équateur jovien depuis au moins quatre siècles.

Tout compte fait, *Pioneer 10* accomplit sa mission avec éclat, bien au-delà de toute espérance. «On peut dire que *Pioneer 10* est venue tirer la queue du dragon, à plusieurs reprises et de différentes façons, et qu'elle s'en est sorti indemne», résumait avec satisfaction Robert Kraemer, directeur des programmes d'exploration des planètes de la NASA.<sup>34</sup>

Puis, tel que prévu, *Pioneer 11* suit les traces de *Pioneer 10* en s'envolant de Cap Canaveral un an plus tard (le 6 avril 1973). À son tour, elle traverse sans encombre la Ceinture d'astéroïdes et

aborde Jupiter à la fin de novembre 1974. Elle frôle la planète le 3 décembre, passant à seulement 42 500 kilomètres (presqu'un dixième de la distance Terre-Lune). Jupiter lui confère alors une vitesse de 173 000 km/h,



IO



EUROPA



GANYMEDE

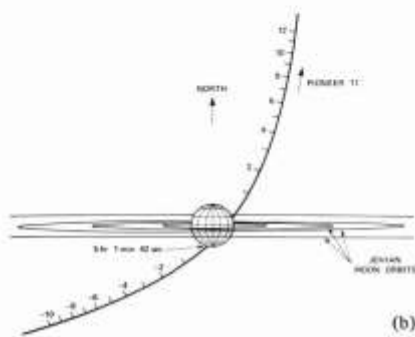
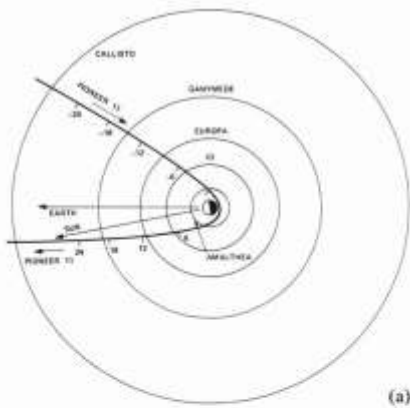


CALLISTO

Les meilleures photos des quatre principaux satellites naturels de Jupiter prises par les *Pioneer*.

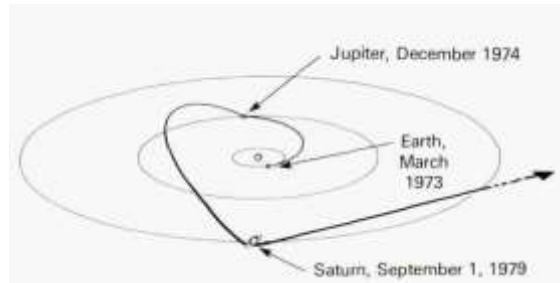
plus du triple de la vitesse de départ. Bien sûr, elle en profite pour photographier les mondes joviens ainsi que pour étudier l'environnement.

La sonde aborde la planète Jupiter comme on ne l'a jamais fait auparavant. Habituellement, lorsqu'une sonde survole une planète (Mars, Vénus, Jupiter...), sa trajectoire longe plus ou moins l'équateur de celle-ci et poursuit sa course «en ligne droite», (tel qu'illustré en page 16). Mais cette fois, *Pioneer 11* aborde Jupiter par le pôle sud, puis remonte vers l'équateur pour aboutir au-dessus du pôle nord. Ce faisant, elle se trouve à effectuer un demi-tour, se servant de la gravitation de la planète pour reprendre la direction du Soleil.



Le «demi-tour» effectué aux abords de Jupiter par *Pioneer 11*.

C'est ainsi qu'elle retransverse le Système solaire en passant par-dessus le Soleil (à plus de 150 millions de kilomètres d'altitude) pour finalement gagner Saturne de l'autre côté.



*Pioneer 11* «bondit» ensuite vers Saturne.

Chemin faisant, ses instruments scientifiques examinent une région du Système solaire jamais explorée.<sup>35</sup> Il lui faudra près de cinq ans pour atteindre Saturne, en septembre 1979, un vol interplanétaire record. Par le fait même, *Pioneer 11* démontre les capacités qu'ont nos robots à endurer les rigueurs de l'espace interplanétaire.

## Plongeon vers l'inconnu

Étant donné sa trajectoire inusitée, *Pioneer 11* abordera Saturne par le dessus. Durant sa longue traversée interplanétaire (de 1975 à 1979), les responsables de la mission discutent intensément de la distance à laquelle ils l'enverront frôler la planète à anneaux. Parmi plusieurs plongeurs possibles, deux trajectoires soulèvent les passions.

Certains proposent de faire passer la sonde extrêmement proche de la planète, entre la planète et les anneaux – un espace de quelques milliers de kilomètres seulement qu'on espère vide de toutes parcelles. Mais il y a là le



Magnifique vision artistique du passage de *Pioneer 11* auprès de la majestueuse Saturne.

risque que cette zone ne soit pas vide de «roches» invisibles mais dont l'impact serait fatal. En effet, une collision entre la sonde, qui filera alors à 100 000 km/h, avec un grain de matière ne mesurant que de un millimètre à un centimètre sera dévastatrice. Et puisque personne ne sait si cet espace est vraiment libre de tout débris, on estime les probabilités pour que la sonde survive à une telle «descente kamikaze» à entre... 1% et 99%!<sup>36</sup>

*Pioneer 11* ayant déjà accompli sa mission bien au-delà de toute attente, nombreux sont ceux qui veulent jouer le tout pour le tout, qu'importe ce qui arrivera en fin de course. Ils estiment même que si la sonde devait périr, ce serait riche d'enseignements.

Par contre, d'autres préconisent de jouer de prudence, en faisant passer la sonde à bonne distance des anneaux —

à quelques 200 000 km de la planète — ce qui permettrait par la suite de frôler Titan. On obtiendrait alors un premier coup d'œil sur ce monde qui intrigue tant et qui figure en priorité au programme des sondes *Voyager*.

Étonnamment, des douze chercheurs principaux associés au projet, onze votent en faveur de la «descente kamikaze». Comme le relate David Morrison, astronome et chercheur associé au projet *Voyager* dans son livre *Voyager to Saturn*: «Il régnait une sorte d'esprit de bravade au sein de ce groupe de chercheurs qui travaille ensemble depuis plus d'une décennie: si leur petite *Pioneer* avait jusqu'alors survécu à tout, pourquoi ne pas lui faire courir le risque ultime? Elle pourrait très bien passer au travers de l'anneau ou, sinon, sa mission se terminerait avec éclat.»

Toutefois, la décision finale revient à Tom Young, le directeur des programmes d'exploration des planètes de la NASA (en 1978). Or, celui-ci choisit la prudence: *Pioneer 11* passera à 38 000 kilomètres des anneaux le 1<sup>er</sup> septembre 1979.<sup>37</sup>

Ce jour-là, le robot effectue tel que prévu son plongeon vers Saturne et, lorsqu'il passe au niveau des anneaux, tout le monde retient son souffle. En principe, il ne devrait pas y avoir d'obstacles, mais sait-on jamais? Ce n'est toutefois que 86 minutes après ce passage qu'on obtient confirmation que tout s'est bien passé, le temps pour que les signaux radio de *Pioneer* nous parviennent; une heure et demi qui paraît une éternité.<sup>38</sup> Heureusement, la sonde ne cessant jamais de diffuser des informations, elle confirme qu'elle a traversé la zone des anneaux sans encombre.

Pourtant, on découvrira par la suite qu'elle a bien failli périr puisqu'après son passage près des anneaux, elle a frôlé (à quelques milliers de kilomètres seulement) un objet de 200 kilomètres de diamètre, un satellite naturel dont on ignorait l'existence! S'il y avait eu collision, la sonde aurait cessé abruptement d'émettre sans jamais qu'on sache pourquoi. Ça aurait été un grand mystère.<sup>39</sup>

La sonde en profite pour prendre 440 photos de tout ce qu'il y a à voir, certaines nous permettant de discerner des détails de l'ordre de 90 kilomètres. L'atmosphère de Saturne nous



Saturne photographiée par *Pioneer 11*, la planète ne montre aucun relief, contrairement à Jupiter.

paraît alors beaucoup moins tourmentée que celle de Jupiter; il s'agit en fait d'une planète jaunâtre infiniment plus terne, ce qui déçoit un peu tout le monde. Aux yeux des spécialistes, cela indique que, malgré le fait que les deux planètes ont la même composition (la même que celle du Soleil), elles sont pourtant très différentes, ce qui rendra la mission des *Voyager* encore plus intéressante. Mais fort heureusement, Saturne est sertie de splendides anneaux – véritables merveilles de la Nature qui n'ont pas fini de nous étonner.

La sonde profite de son passage à toute vitesse pour recueillir le maximum d'informations.<sup>40</sup> Entre autres, elle mesure la température à la surface visible de Saturne:  $-180^{\circ}$  C. C'est horriblement froid, se dit-on, mais c'est supérieur à ce qu'on devrait s'attendre étant donné le peu d'énergie que Saturne reçoit du Soleil. La planète orbite à 1,5 milliard de kilomètres du Soleil, soit deux fois plus loin que ne l'est Jupiter et dix fois plus loin que la Terre; elle reçoit par conséquent cent fois moins d'énergie solaire que notre

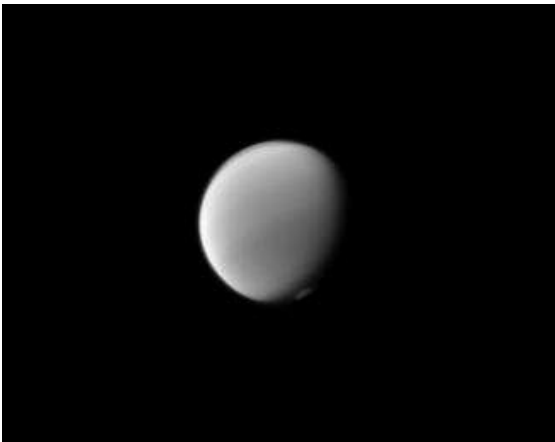


Étant donné la trajectoire inhabituelle suivie par *Pioneer 11*, la sonde a observé les anneaux de Saturne à contre-jour, telle que l'illustre cette photo.

planète. Par contre, Saturne émet deux fois plus d'énergie (de chaleur), en provenance de son intérieur, qu'elle n'en reçoit du Soleil.

Et comme on s'y attendait, *Pioneer 11* détecte la présence d'un champ magnétique autour de Saturne, un champ cinq cents fois plus intense que celui de la Terre, mais trente-cinq fois plus faible que celui entourant Jupiter.

Et elle s'intéresse tout particulièrement à Titan, où on découvre une atmosphère de méthane opaque et où les températures de surface se maintiennent à  $-193^{\circ}\text{C}$ .<sup>41</sup>



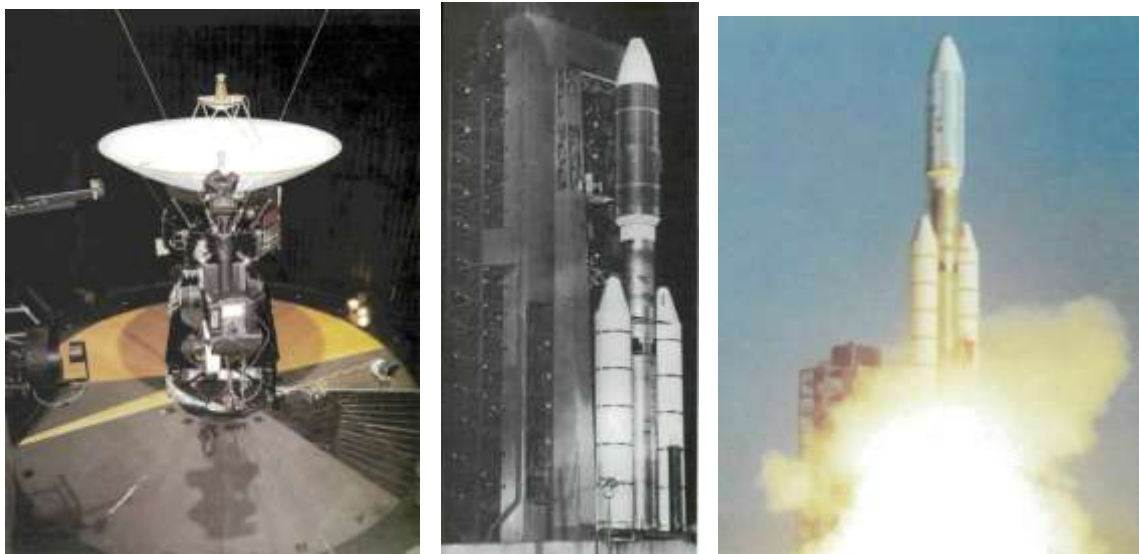
Titan, un astre terne mais très intéressant.

Non seulement *Pioneer 10* et *11* ont-elles accompli avec brio leurs missions – et bien au-delà de tout ce qu'on pouvait espérer d'elles – mais le fait qu'elles n'aient rencontré aucun obstacle redoutable ouvre toute grande la voie aux sondes *Voyager 1* et *2*.

### Des robots capricieux?

Un peu partout à travers les États-Unis, le millier de personnes qui a travaillé d'arrache-pied pendant quatre années remporte leur pari à l'été de 1977, lorsque deux fusées Titan III-E/Centaur expédient sans problème les deux *Voyager* vers leur Grand tour du Système solaire. Étonnamment, c'est *Voyager 2* qui s'envole la première, le 20 août, tandis que *Voyager 1* suit deux semaines plus tard, le 5 septembre. Mais comme cette dernière est placée sur une trajectoire qui mène plus directement à Jupiter, elle dépassera la première en cours de route.<sup>42</sup>

Mais dès les premières heures de vol, *Voyager 2* inquiète sérieusement les contrôleurs de vol. Il semble que



Une sonde Voyager préparé à son lancement par une fusée Titan III/Centaur.

certaines de ses gyroscopes soient défectueux; ces appareils assurant la stabilisation et l'orientation de la sonde; sans eux, *Voyager 2* ne serait plus qu'un objet inerte à la dérive dans l'espace interplanétaire. De surcroît, l'un des bras de la sonde — porteur d'une bonne part des instruments scientifiques — ne se serait pas déployé correctement, ce qui pourrait entraver la cueillette des données scientifiques.

Heureusement, après quelques jours de sueurs froides, les ingénieurs parviennent à corriger ces problèmes de façon astucieuse. Le lancement de *Voyager 1* est par contre retardé de quatre jours, le temps de s'assurer que tout se passera bien dans son cas.<sup>43</sup>

C'est ainsi que tout au long du voyage de la Terre vers Jupiter, les deux robots présenteront à tour de rôle une foule de petits ennuis, histoire de tenir en alerte les contrôleurs au sol. Rien de plus normal étant donné la complexité de ces robots ainsi que l'environnement rigoureux dans lequel ils évoluent.

Les contrôles de vol constatent d'ailleurs que, comme pour tout autre

engin spatial, chaque *Voyager* possède sa propre «personnalité», avec ses forces et ses faiblesses, ses caprices comme ses qualités uniques, bien qu'il s'agisse pourtant de machines identiques. Mais comme pour toute autre sonde, on a ici affaire à des robots aux caractéristiques distinctes.

Les contrôleurs doivent par conséquent tenir compte des particularités de chacune dans la conduite des opérations et lorsqu'ils leur transmettent des commandes informatiques. *Voyager 2* semble la plus «capricieuse» des deux, rapporte-t-on, les contrôleurs considérant même qu'elle donne parfois l'impression d'avoir des «comportements psychotiques»!<sup>44</sup>

En pratique, ces «comportements capricieux» viennent de la sensibilité des appareils de mesure à bord de chaque robot et des consignes informatiques qu'on leur a inculquées et qui font qu'ils réagissent un peu trop promptement en certaines circonstances. Une fois en vol, les contrôleurs doivent les «désensibiliser» quelque peu, tout en s'assurant que les ordinateurs de bord réagiront correctement

face à de véritables situations problématiques. Mais chaque sonde conserve ses propres «sensibilités», pour ne pas dire ses «susceptibilités».

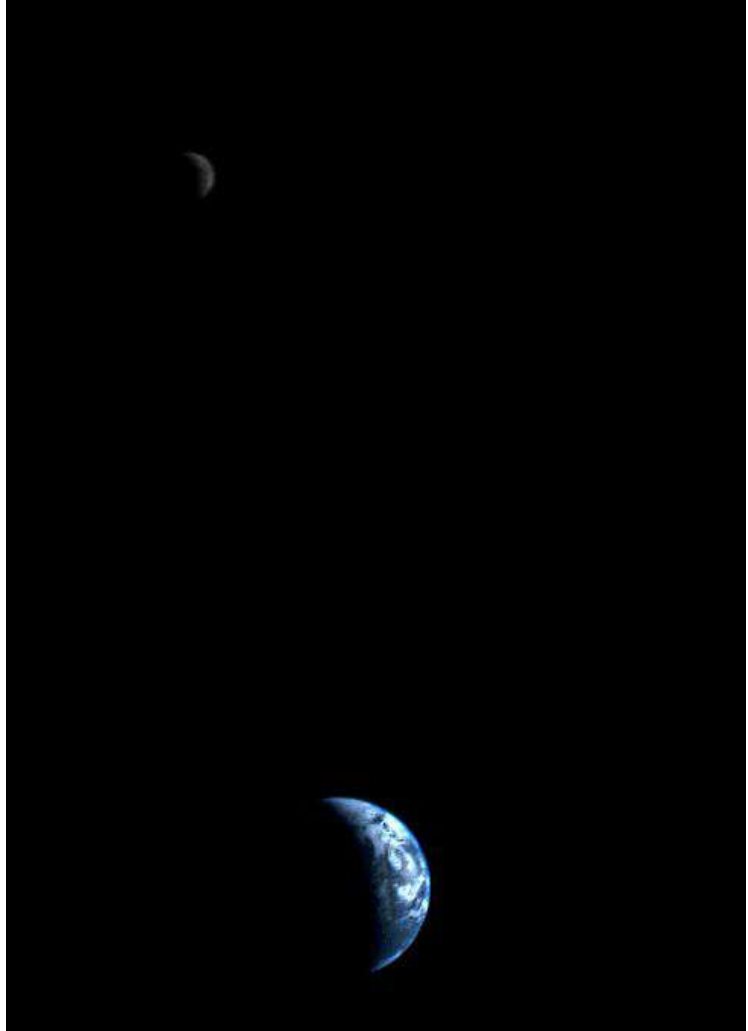
La conduite des opérations se complique en outre du fait des délais de communication qui s'allongent au fur et à mesure que les sondes s'éloignent de la Terre. Les ondes radio échangées entre elles et la Terre ont beau se faire à la vitesse de la lumière, il faut des minutes, puis des dizaines de minutes pour que les échanges radio se fassent. Par conséquent, les contrôleurs ne peuvent télécommander les sondes en temps réel et ainsi réagir promptement à tout imprévu. Ils doivent sans cesse tenter d'anticiper tout ce qui pourrait survenir – ce qui complique sérieusement leur tâche.

Le 5 avril 1978, ils font même face à une crise majeure affectant *Voyager 2*, lorsque le récepteur-radio de celle-ci tombe en panne. Puis, ils découvrent avec stupeur que le second récepteur (de réserve) est lui aussi défaillant! Il va sans dire que sans eux, tout contact radio avec la sonde serait perdu.<sup>45</sup>

La mission de *Voyager 2* est donc compromise, sinon même en péril.

Les contrôleurs parviennent néanmoins à maintenir un minimum de contact radio, puis à rétablir le fonctionnement du second récepteur (mais pas du premier). Au moment de la crise,

la sonde se trouve à 475 millions de kilomètres de la Terre, l'acheminement de toute commande radio prend 27 minutes.



Peu après son lancement, *Voyager 1* prend cette photo qui nous donne une perspective rare: la Terre et La Lune vues sur une même et seule photo.

Si la mission est sauvée de justesse, on a toutefois perdu à tout jamais l'usage du récepteur primaire. C'est dire que *Voyager 2*, qui a une très longue mission devant elle, ne dispose désormais plus d'aucun récepteur en réserve; si le second lâche, c'est fichu! Et puisque le premier récepteur a flanché après huit mois de vol seulement, il est à craindre que le second en fera

autant tôt ou tard – mais dans combien de temps? Ce robot est donc sérieusement handicapé; les contrôleurs le considérant même comme «sourd» de l'un de ses deux récepteurs.

Or, ce qu'on n'aurait jamais anticipé à l'époque, c'est que quarante ans plus tard, le système de communication de réserve de *Voyager 2* ... fonctionne toujours!

Et pendant ce temps, *Voyager 1* poursuit sa course vers Jupiter, dépassant *Voyager 2* durant la traversée de

la Ceinture d'astéroïdes. Une fois de plus, cette traversée se fait sans collision notable. *Voyager 1*, qui connaît moins d'ennuis que sa consœur, arrive la première à Jupiter, quatre mois avant *Voyager 2* – respectivement en mars et en juillet 1979.

C'est ainsi que la fabuleuse mission d'exploration des planètes lointaines du Système solaire s'amorce, ce que nous verrons dans un second balado.

## Conclusion

C'est ainsi que deux paires de sondes profitent de circonstances qui ne surviennent qu'à tous les 179 ans pour réaliser ce qu'on pourrait qualifier de mini-Grand tour – une tournée des planètes lointaines (à l'exception de Pluton) à l'aide de robots moins bien nantis que ceux qu'on aurait pu lancer à l'occasion du Grand tour sacrifié en 1972.

Mais ce rare alignement de planètes a eu une autre conséquence, totalement inattendue celle-là. En 1974, deux auteurs britanniques qui, dit-on, possédaient des formations en astronomie, publient un livre dans lequel ils inventent un «effet Jupiter», c'est-à-dire, disent-ils, qu'en mars 1982, les neuf planètes du Système solaire se trouveront toutes du «même côté» du Soleil. Or, selon eux, cet «alignement» produira des effets dévastateurs sur Terre, le Système solaire se trouvant en quelque sorte «déséquilibré». <sup>46</sup> Bien sûr, il n'en fallait pas plus pour qu'une pléthore de prophètes de malheur de tout acabit s'empare de cet

«effet Jupiter» pour annoncer la Fin du monde pour le 8 mars 1982.

De leur côté, les astronomes font valoir l'absurdité d'un tel déséquilibre, en évoquant notamment:

- (1) que le Soleil représente à lui seul 99,85% de toutes la matière du Système solaire, contre 0,135% pour les planètes, et donc que ces dernières l'affecteront en rien l'équilibre du Système solaire.<sup>47</sup>
- (2) qu'un tel alignement survient régulièrement – à tous les 179 ans environ – et qu'on n'a jamais enregistré aucun «déséquilibre», et que:
- (3) contrairement à la perception populaire, les neuf planètes seront loin d'être parfaitement alignées en mars 1982. Elles occuperont en réalité un secteur du Système solaire qui s'étend sur 96°, l'équivalent d'une «pointe de tarte» qui englobe le quart de l'espace tout autour du Soleil.<sup>48</sup>

Bien entendu, cette fin du monde ne s'est pas produite, pas plus que celle annoncée en 1910, lors du passage de la comète de Halley<sup>49</sup>, ou celle de l'an 2000, ou encore à l'occasion de la «fin du calendrier maya» en 2012, comme les milliers d'autres prédictions de fin du monde faites depuis deux cents ans, sans compter toutes celles qui le seront ces prochaines années et décennies.

Comme depuis des milliards d'années – et pour encore des milliards d'autres –, la Terre et tout ce qui gravitent autour du Soleil continuent leur petit bonhomme de chemin.

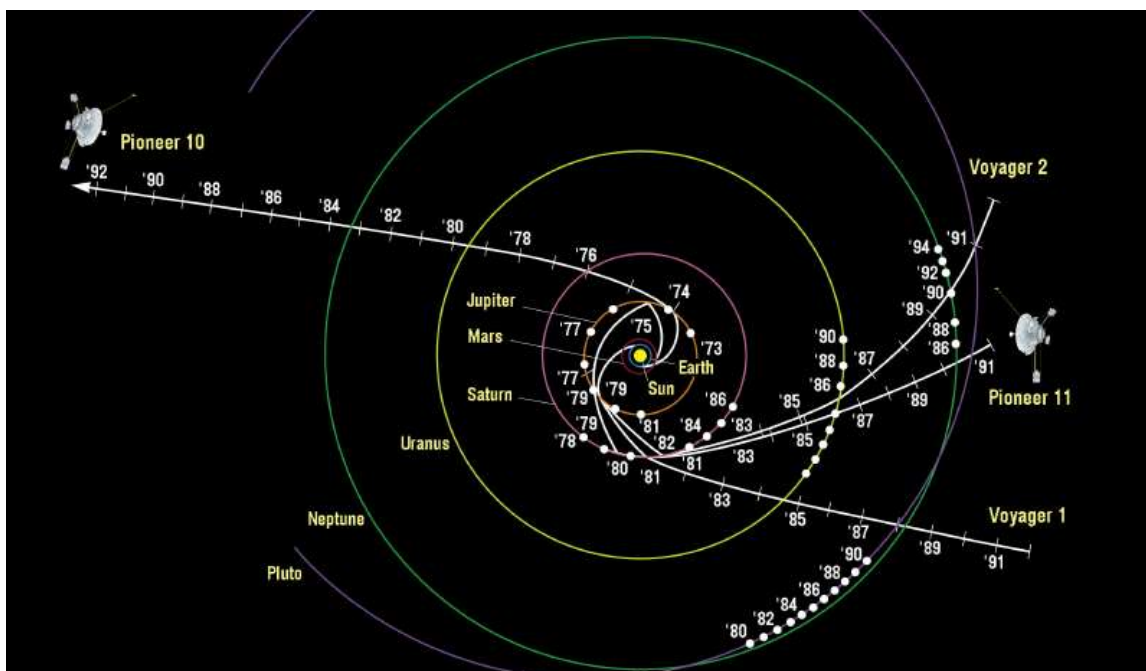
Entre-temps, les deux sondes pionnières ont poursuivi leurs courses à travers le Système solaire. Après le survol de Saturne par *Pioneer 11*, elles n'ont croisé aucune autre planète – s'étant envolées trop tôt de la Terre pour profiter des circonstances exceptionnelles du Grand tour. Mais les *Pioneer* ont

néanmoins continué d'ouvrir la voie aux *Voyager*.

C'est ainsi que *Pioneer 10* nous a transmis des informations jusqu'au 27 avril 2002, alors qu'elle se trouvait à plus de 12 milliards de kilomètres de nous (80 fois la distance Terre-Soleil). Son signal radio a mis 11 heures et 20 minutes à nous parvenir, c'est dire que la sonde se trouvait alors à 11,3 heures-lumière seulement. Elle a pris la direction de l'étoile Aldébaran, dans les parages de laquelle elle devrait passer... dans deux millions d'années.<sup>50</sup>

Pour sa part, *Pioneer 11* a pris la direction opposée, vers la constellation du Sagittaire, le centre de notre galaxie. Les derniers signaux radio reçus de la sonde remontent à l'automne de 1995, alors qu'elle se trouvait à 44 fois la distance Terre-Soleil.<sup>51</sup>

Et bien sûr, pendant ce temps, les *Voyager* ont réalisé leur fabuleuses missions d'exploration ... comme nous le relaterons dans le prochain balado.



Les sondes *Pioneer 10* et *Pioneer 11* ont pris des directions opposées, une fois leur mini-Grand tour complété, les chiffres indiquant les années qui s'écoulent.

# Les Fascicules de Voyage dans l'espace



## Pour en savoir plus

---

<sup>1</sup> Officiellement, le projet a été baptisé «*Outer Planets Grand Tour Project*», mais on en parlait couramment comme du Grand tour.

<sup>2</sup> NASA, *Aeronautics and Astronautics, 1969* (PDF de 41 Mo), NASA SP-4014, 1970, p. 192; [23 Scientists Ask Unmanned Probe of Outer Planets](#), *The New York Times*, 4 août 1969, p. 1; Walter Sullivan, [Mars and Beyond: Exploring the Planets for Clues to the Origin of Earth](#), *The New York Times*, 10 août 1969, p. E12; Richard Fimmel, William Swindell and Eric Burgess, *Pioneer Odyssey*, NASA SP-349, 1977, [Chapter 2](#).

<sup>3</sup> John Noble Wilford, [Infinite Takes a Little Longer at Jet Propulsion Lab](#), *The New York Times*, 29 octobre 1969, p. 49.

<sup>4</sup> Voir pourquoi Mercure est si difficile à atteindre en écoutant notre balado [Un automne planétaire](#) diffusé le 7 octobre 2018.

<sup>5</sup> David Morrison, [Voyages to Saturn](#) (PDF de 97 Mo), NASA SP-451, 1982, p. 15.

<sup>6</sup> Se rendre à Jupiter nécessite entre 600 et 748 jours (de 20 à 25 mois) pour parcourir un milliard de kilomètres en vol interplanétaire. Une sonde peut s'envoler de la Terre à tous les 13 mois. C'est ainsi qu'au début des années 1970 ans, une fenêtre de lancement s'étendait 25 février au 20 mars 1972 et une autre en avril 1973. (Source: [Pioneer Odyssey](#), [chapitre 2](#).)

<sup>7</sup> Ces mini-centrales nucléaires sont dites RTG, pour *Radioisotope Thermoelectric Generator*, ou générateur thermoélectrique à radioisotope, voir [Wikipédia](#).

<sup>8</sup> David Morrison & Janes Samz, [Voyage to Jupiter](#) (PDF de 106 MB), NASA SP-439, 1980, p. 11.

<sup>9</sup> Plus spécifiquement, on rapporte qu'une collision avec un astéroïde de seulement 0,05 centimètre de diamètre équivaldrait à une force d'impact quinze fois supérieure à celle d'une balle de fusil. On évaluait les risques d'une collision en tout genre à 10%, de sorte qu'une sonde devrait avoir 90% de chance de traverser indemne la Ceinture d'astéroïdes. (Source: [Pioneer Odyssey](#), p. 67.)

<sup>10</sup> Entre 1958 et 1960, les Américains ont lancé une dizaine de sondes *Pioneer*, les premières ont tenté d'atteindre la Lune, mais toutes ont échoué. Puis, entre 1965 et 1968, la NASA a placé quatre *Pioneer* en orbite autour du Soleil afin d'observer celui-ci de façon constante. (Voir: [The Pioneer Missions](#) de la NASA.)

<sup>11</sup> Plus précisément, le corps central de la sonde est un boîtier de forme hexagonale mesurant 35 centimètres de haut, chacun des côtés de l'hexagone mesurant 71 centimètres. Ce boîtier est surmonté d'une antenne parabolique de 2,75 mètres de diamètre et de 46 centimètres d'épaisseur. Et sous le boîtier se trouve un second petit boîtier contenant plusieurs des instruments scientifiques. La sonde mesure, du sommet de son antenne parabolique jusqu'au-dessous du boîtier scientifique 2,9 mètres. (Voir: [Pioneer Odyssey](#), p. 42.)

<sup>12</sup> NSSDC, [Pioneer 10 & Pioneer 11](#). NASA Goddard Space Flight Center & [Pioneer Odyssey](#), p. 31-33 & 37 & [Chapitre 3](#).

<sup>13</sup> [Voyages to Saturn](#), p. 16.

<sup>14</sup> [Pioneer Odyssey](#), [Chapitre 2](#).

- 
- <sup>15</sup> NASA, *Aeronautics and Astronautics, 1971* (PDF de 36 Mo), NASA SP-4016, 1972, p. 322.
- <sup>16</sup> *Voyages to Saturn*, p. 15.
- <sup>17</sup> Nancy H. Teeters, *The 1972 Budget: Where It Stands and Where It Might Go*, Brookings Institution, 1971.
- <sup>18</sup> Edwin L. Dales Jr., *Nixon, In 'Expansionary' Budget, Foresees Deficit of \$11.6-Billion*, *The New York Times*, 30 janvier 1971, p. 1.
- <sup>19</sup> *Aeronautics and Astronautics, 1971*, p. 20-1.
- <sup>20</sup> *Aeronautics and Astronautics, 1971*, p. 24.
- <sup>21</sup> NASA, *Aeronautics and Astronautics, 1972* (PDF de 43 Mo), NASA SP-4017, 1972, p. 29.
- <sup>22</sup> *Aeronautics and Astronautics, 1972*, p. 31 et 88-9.
- <sup>23</sup> Pour une description des sondes qui auraient réalisé le Grand tour, consultez le rapport technique *Thermoelectric Outer Planets Spacecraft (TOPS) Advanced Systems Technology Project Final Report* (PDF de 154 Mo), publié par le Jet Propulsion Laboratory de la NASA en 1973.
- <sup>24</sup> *Aeronautics and Astronautics, 1972*, p. 54 et 88-9, & *Voyage to Jupiter*, p. 22.
- <sup>25</sup> *Voyages to Saturn*, p. 33.
- <sup>26</sup> *Pioneer Odyssey*, p. 92.
- <sup>27</sup> *Pioneer Odyssey*, p. 92.
- <sup>28</sup> *Voyage to Jupiter*, p. 23.
- <sup>29</sup> *Pioneer Odyssey*, p. 29.
- <sup>30</sup> *Voyages to Saturn*, p. 18.
- <sup>31</sup> *Voyage to Jupiter*, p. 51-2.
- <sup>32</sup> *Voyage to Jupiter*, p. 31; *Aeronautics and Astronautics, 1972*, p. 81-2, 200, 226, 259-60, 305, 339; *Aeronautics and Astronautics, 1973*, p. 308-11.
- <sup>33</sup> *Voyage to Jupiter*, p. 20.
- <sup>34</sup> *Pioneer Odyssey, Chapitre 5; Aeronautics and Astronautics, 1973*, p. 241, 267, 310-1; *Aeronautics and Astronautics, 1974*, p. 48; *Voyages to Saturn*, p. 18; & Asif A. Siddiqi, *Beyond Earth, A Chronicle of Deep Space Exploration, 1958-2016* (PDF de 8 945 ko), NASA SP-2018-4041, 2018, p 108-9.
- <sup>35</sup> *Voyages to Saturn*, p. 19.
- <sup>36</sup> *Voyages to Saturn*, p. 20.
- <sup>37</sup> *Voyages to Saturn*, p. 21; *Aeronautics and Astronautics, 1979-84* (PDF de 35,2 Mo) NASA SP-4024, 1990, p. 59-62.

---

<sup>38</sup> Voyages to Saturn, p. 24.

<sup>39</sup> Voyages to Saturn, p. 24-5.

<sup>40</sup> Voir plus en détail les informations scientifiques recueillies par *Pionner 11* aux abords de Saturne dans Voyages to Saturn, p. 23-30.

<sup>41</sup> Pioneer Odyssey, Chapitre 5; Aeronautics and Astronautics, 1973, p. 106-7, 160, 174; 197, 248; Aeronautics and Astronautics, 1974, p. 48, 65, 197-9; Voyages to Saturn, p. 18-9; Beyond Earth, p 114-5.

<sup>42</sup> Voyage to Jupiter, p. 47; Beyond Earth, p 137 et 142.

<sup>43</sup> Trois semaines avant le lancement de *Voyager 2* (le véhicule matriculé VGR77-2), celle-ci connaît d'importants problèmes techniques qui nécessitent des semaines de réparation. Par conséquent, ce robot est remplacé au sommet de la fusée-porteuse par le véhicule VGR77-3. C'est ainsi que *Voyager 1* est le VGR77-2 et *Voyager 2* le VGR77-3; le VGR77-1 ayant servi de véhicule-test subissant une foule d'épreuves au sol et il servira tout au long du vol des *Voyager 1* et *2* à reproduire ce que «vivent» les deux exploratrices de l'espace. (Source; Voyage to Jupiter, p. 47).

<sup>44</sup> Voyage to Jupiter, p. 50.

<sup>45</sup> Voyage to Jupiter, p. 51-2; Aeronautics and Astronautics, 1974, p. 65.

<sup>46</sup> Walter Sullivan, March Doomsday? Don't Plan on It, *The New York Times*, 14 février 1982.

<sup>47</sup> Voir le Fascicule 35 de Voyage dans l'espace: Notre Univers époustouflant #1.

<sup>48</sup> Walter Sullivan, Astronomers Scoff at Southsayers Predicting Would Will End Today. *The New York Times*, 10 mars 1982; Russell Baker, Easy on Doomsday, *The New York Times*, 10 mars 1982.

<sup>49</sup> Écoutez à ce sujet notre balado La Grande peur de 1910 diffusé le 5 mai 2019.

<sup>50</sup> Beyond Earth, p 109; NASA Establishes Contact with Fames Pioneer 10 Spacecraft, NASA News Release 01-28AR, 30 avril 2001; Pioneer 10 Spacecraft Sends Last Signals, NASA News Release 03-13AR, 25 février 2003.

<sup>51</sup> Beyond Earth, p 115.