

L'exploration du système solaire

Dimanche 3 août



Il y a bientôt 50 ans, les russes, au moyen de la sonde Luna 1, inaugurent l'exploration spatiale. Depuis, quelques dizaines de sondes ont sillonné le système solaire, permettant d'acquérir de fabuleuses données. On peut aujourd'hui grâce aux sondes spatiales, rouler à la surface de Mars, pour tenter de percer les mystères de son passé, mettre en orbite pour plusieurs années des satellites autour des planètes ou encore se poser sur une comète pour déchiffrer notre passé. Les futurs projets laissent aujourd'hui rêveur, mais ouvrent de fabuleuses perspectives.

L'exploration du système solaire

Petit mémento sur le système solaire

Notre système solaire est constitué d'une étoile, le Soleil, de 8 planètes principales, de planètes naines, de satellites naturels, de poussières (les météorites), d'astéroïdes et de comètes.

On distingue deux types de planètes : **les rocheuses** (ou telluriques) et **les gazeuses**.

- **Le Soleil**

Le Soleil est l'étoile du système solaire, autour de laquelle gravitent les neuf planètes. C'est une boule de gaz, essentiellement d'hydrogène, de 1,4 millions de km de diamètre environ. L'énergie (essentiellement sous forme de chaleur et de lumière) que dégage le Soleil provient des réactions nucléaires qui ont lieu en son sein.

En effet, durant toute sa vie, le Soleil fusionne les atomes d'hydrogène en hélium ; cette réaction très énergétique, dégage de la lumière et de la chaleur. Notons que la réserve d'hydrogène dans notre étoile est suffisante pour qu'il puisse "brûler" encore cinq milliards d'années. Il en est actuellement à la moitié de sa vie. La température moyenne du Soleil à sa surface est d'environ 6000°C, mais certaines zones sont plus froides et donc moins brillantes : ce sont les fameuses taches solaires.

- **Mercur**

Mercur est la planète la plus proche du Soleil. C'est un petit astre qui ressemble à la Lune, avec une surface très cratérisée. En effet, Mercur est trop petite et trop près du Soleil pour retenir une atmosphère qui pourrait la protéger contre d'éventuels impacts. Sans compter que l'érosion étant inexistante, les cratères ne peuvent disparaître. Un autre effet dû à l'absence d'atmosphère est la grande amplitude thermique : il fait 400°C au Soleil et -150°C à l'ombre. Mercur étant la planète la plus proche du Soleil, c'est aussi celle qui va être la plus rapide à boucler une révolution : 88 jours seulement.

C'est pour cette raison que cette planète porte le nom du messenger des Dieux, Dieu le plus rapide de tous.

- **Vénus**

Vénus est aussi appelée l'étoile du Berger, car étant proche du Soleil, elle se couche juste après lui ou se lève juste avant ce dernier. Vénus a longtemps été considérée comme une jumelle de la Terre, car elle a la même taille ; c'est aussi la planète la plus proche de nous. Cela dit, son atmosphère très dense est chargée en gaz carbonique ce qui provoque un violent effet de serre et donc une température élevée : environ 500°C !

Notons aussi qu'il y a dans l'atmosphère de cette planète de l'acide sulfurique et que les pluies acides sont très fréquentes. Vénus est la planète la plus brillante dans le ciel terrestre, elle brille d'une belle couleur blanche ; c'est pourquoi les Anciens lui ont donné le nom de la déesse de la beauté et de l'amour. S'ils avaient su !!!

Pour finir, Il faut savoir que Vénus a une drôle de particularité : elle tourne autour du Soleil plus vite que sur elle-même. L'année dure 225 jours et le jour dure 243 jours terrestres.

- **La Terre**

La troisième planète du système solaire est à la bonne distance de notre étoile, ce qui permet à l'eau d'exister sous ses trois formes : liquide dans les mers et les océans, solide dans les calottes polaires, et gazeuse dans l'atmosphère. La température moyenne sur Terre est maintenue à 15°C, grâce à un léger effet de serre. La couche d'ozone protège la Terre des rayonnements nocifs du Soleil, tandis que son champ magnétique la protège des vents solaires (on appelle vent solaire le flux de particules électriques émanant du Soleil.) L'atmosphère nous protège également du bombardement météoritique : les météores brûlent en pénétrant dans l'atmosphère à cause des frottements générés par la vitesse. La Terre est le seul endroit à notre connaissance où les conditions nécessaires à la Vie sont réunies.

Notre planète tourne autour du Soleil en 365,25 jours et tourne sur elle-même en 24 heures. Sa distance au Soleil est de 150 millions de km soit une unité astronomique.

- **Mars**

Mars est aussi appelée la Planète Rouge. Sa couleur est due à la forte présence d'oxyde de fer dans ses roches. La présence d'oxyde de fer, donc de rouille, fait immédiatement penser à la possible présence d'eau. En effet, on pense que Mars et la Terre ont sans doute eu un passé commun, et que pendant les 500 premiers millions d'années de sa vie, l'eau a coulé en abondance sur Mars, comme le laissent présager les paysages de cette planète (lits de rivières asséchées, canyons, calottes polaires...). On est donc en droit de se demander si la vie a eu le temps d'apparaître sur Mars.

Mars est environ deux fois plus petite que la Terre, mais ses reliefs sont impressionnants : Valles Marineris est une faille de plusieurs km de profondeur et d'environ 2000 km de long ! Mars possède également le plus grand volcan du système solaire, aujourd'hui éteint : le Mont Olympe culmine à 27 km d'altitude et sa base de 650 km de diamètre, est plus grande que la Belgique.

Sa petite taille l'empêche de retenir une atmosphère assez dense. L'effet de serre étant quasiment inexistant, la température moyenne de Mars est d'environ - 50°C, mais il faut savoir que la température peut monter jusqu'à une dizaine de degrés près de l'équateur martien, lorsque c'est l'été.

Enfin, notons que Mars porte le nom du dieu de la guerre, toujours à cause de sa couleur. Elle possède en outre deux petits satellites : Phobos et Deimos (respectivement la terreur et le démon). Elle tourne autour du Soleil en 1 an et 9 mois et se situe à 225 millions de km du Soleil environ.

- **Jupiter**

Jupiter est la plus grosse planète du système solaire. A elle seule, elle pèse les quatre cinquièmes de la masse cumulée de toutes les planètes réunies ! Jupiter est en outre la première des planètes gazeuses. Elle est constituée essentiellement d'hydrogène, mais sans doute possède-t-elle un noyau solide de la taille de la Terre environ. Jupiter est près de douze fois plus grande que notre planète et elle tourne sur elle-même en une dizaine d'heures ; il n'est donc pas étonnant que sa haute

atmosphère soit le siège de phénomènes météorologiques de grande ampleur. On peut noter par exemple la présence d'un "anticyclone perpétuel": la fameuse tache rouge de Jupiter et d'autres petits cyclones qui apparaissent et disparaissent régulièrement.

Jupiter possède logiquement un grand nombre de satellites dont les quatre principaux, qui ont été découverts par Galilée au 17^{ème} siècle : Io, Europe, Ganymède, et Callisto. Ils portent le nom de maîtresses de Jupiter, roi des Dieux. Io est un astre très volcanique, tandis que les trois autres sont plutôt des astres recouverts de glace.

Le plus intéressant des trois est sans conteste Europe, car les astronomes soupçonnent la présence d'un océan d'eau liquide sous sa croûte de glace.

Jupiter tourne en douze ans autour du Soleil ; la température moyenne est d'environ -120°C au sommet de son atmosphère.

- **Saturne**

Deuxième plus grosse planète du système solaire, Saturne tire son nom du fait qu'elle semble se déplacer très lentement sur le fond du ciel (Saturne est le dieu du temps).

Planète gazeuse, comme Jupiter, elle a la particularité d'être très légère : avec une densité de 0,7 seulement, elle pourrait flotter sur l'eau s'il existait un océan assez grand pour la porter. Bien que l'atmosphère de Saturne soit moins tourmentée que celle de Jupiter, elle est quand même le siège de vents violents (1600 km/h).

Saturne est dotée d'un système très développé d'anneaux. Ces anneaux sont composés d'une multitude de petits corps rocheux qui gravitent autour de leur planète. Saturne étant particulièrement éloignée du Soleil, ces corps sont recouverts de glace, ce qui nous permet de les voir malgré leur petite taille (de l'ordre du km au maximum).

Comme Jupiter, cette planète possède beaucoup de satellites. On en compte une trentaine, dont le plus connu et le plus intéressant est sans conteste Titan, découvert en 1655 par Huygens. En effet l'atmosphère de Titan ressemble particulièrement à l'atmosphère primitive de la Terre, c'est en tout cas ce que pensent les scientifiques. Elle renferme en effet de l'acide cyanhydrique (HCN), un matériau fondamental de la chimie organique. La sonde la plus chère de l'histoire spatiale, *Cassini-Huygens* est d'ailleurs dédiée, entre autres, à l'étude de ce satellite.

- **Uranus**

La troisième planète gazeuse du système solaire, quasiment invisible à l'œil nu, a été découverte par hasard en 1781, par W.Herschel.

C'est une planète d'aspect complètement "lisse", c'est à dire qu'elle n'a pas de formation nuageuse visible. Comme toutes les planètes gazeuses, Uranus possède des anneaux et de nombreux satellites ; mais elle a la particularité d'avoir son axe de rotation complètement couché : elle semble rouler sur son orbite. On suppose qu'un choc violent est à l'origine de ce phénomène. Uranus, Dieu du Ciel et mari de Gaïa, effectue une révolution autour du Soleil en 84 ans environ et la température à sa surface approche les -180°C.

- **Neptune**

Urbain le Verrier a tenté d'expliquer les irrégularités dans l'orbite d'Uranus et ses tentatives ont abouties à la découverte par le calcul de Neptune en 1846. Le principe étant qu'il devait sans doute y avoir une masse donnée à un endroit donné, ce qui aurait pu expliquer ces fameuses irrégularités périodiques.

Neptune est une planète gazeuse ressemblant beaucoup à Uranus par sa taille et sa constitution. Comme toutes les géantes, elle possède des anneaux. Elle y a décelé des vents très violents qui atteignent les 2200 km/h.

- **Pluton**

Avec 2200 km, Pluton, découverte en 1930 seulement par Clyde Tombaugh, possède 3 satellites, dont Charon, qui fait la moitié de sa taille (Charon). Ce qui lui vaut parfois d'être décrite comme une planète double. On ne connaît pas grand chose de Pluton, si ce n'est qu'elle a une orbite très excentrée, qui lui fait couper celle de Neptune. Probablement constitué d'un mélange de glace et de roche, Pluton devrait recevoir la visite de la sonde New-Horizon en 2015.

En août 2006, Pluton a été dégradée et ne fait plus partie des planètes principales. Elle fait désormais partie d'une nouvelle catégorie d'objet, les planètes naines, mais il ne s'agit peut-être qu'un des plus gros représentants de la ceinture de Kuiper.

- **Les comètes**

Les comètes appelées "boules de neige sale" sont constituées d'un mélange de roche et de glace de petite taille (entre 5 et 50 km de diamètre).

Avec les astéroïdes, ce sont les fossiles du système solaire.

Certaines comètes sont périodiques, mais la plupart sont situées dans un gigantesque réservoir, le Nuage d'Oort. Lorsqu'une comète s'approche du Soleil, la glace qui la compose se sublime, la vapeur ainsi dégagée forme la chevelure de la comète. Les poussières prisonnières de la comète dessinent une queue blanche, tandis que le gaz est essentiellement présent dans une seconde queue de couleur bleue, qui est toujours dirigée à l'opposé du Soleil (à cause du vent solaire qui la "souffle"). Les comètes essaient des poussières sur leur passage dans le système solaire et lorsque la Terre passe au même endroit quelque temps plus tard, nous assistons à ce qu'on appelle une pluie d'étoiles filantes. Nous savons par exemple qu'il y a de grandes probabilités de voir des étoiles filantes aux alentours du 10 août, car c'est à cette date que l'orbite de la Terre croise la poussière laissée par la comète Swift-Tuttle.

Enfin, notons que certains astronomes pensent qu'une partie de l'eau que contient la Terre provient justement des comètes.



Les grandes missions planétaires

L'utilisation des sondes interplanétaires, permettant d'étudier de manière rapprochée les astres du système solaire, a révolutionné l'astronomie, donnant naissance à une nouvelle discipline: la planétologie.

En permettant d'accroître nos connaissances sur les planètes, les sondes spatiales ont permis de mieux comprendre l'histoire de la Terre, sa formation et son origine.

La Lune, le premier objet d'étude

L'intérêt des ingénieurs soviétiques et américains se porta d'abord vers la Lune. Les premiers lancements soviétiques, en 1958, échouèrent et ne furent jamais annoncés. Plusieurs essais américains furent également vains, bien que deux d'entre eux (Pioneer 1 et 3) aient franchi près de 100 000 km dans l'espace avant de retomber sur la Terre.

La première sonde qui s'arracha à la gravité terrestre fut la sonde soviétique Luna 1, lancée le 2 janvier 1959; elle dépassa la Lune et poursuivit sa route dans l'espace. La sonde américaine Pioneer 4, lancée deux mois plus tard, suivit le même trajet. La conquête du système solaire commença véritablement avec l'impact, en septembre 1959, de Luna 2 sur le sol lunaire; un mois plus tard, Luna 3 photographiait la face cachée de la Lune.

Au milieu des années 1960, trois projets de la NASA avaient pour objectif la Lune. Les sondes Ranger s'écrasèrent sur la surface lunaire mais réussirent, avant l'impact, l'envoi de photographies haute résolution. Les sondes Surveyor se posèrent en douceur et analysèrent la surface, tandis que les sondes Lunar Orbiter, en orbite autour de l'astre, envoyaient des images des sites potentiels d'atterrissage et de régions d'intérêt scientifique général.

Les efforts soviétiques furent similaires et conduisirent à des succès limités peu de temps avant leurs équivalents américains (Luna 9 réussit le premier alunissage en 1966, et Luna 10 fut la première sonde placée sur orbite lunaire, quelques mois plus tard). Les Soviétiques ont mis en service ultérieurement une série de sondes automatiques qui ont rapporté de petits échantillons de sol lunaire, déployé des véhicules automatiques sur roues, les Lunakhod, et réalisé des observations orbitales de la Lune.

Mise en orbite le 11 janvier 1998, la sonde américaine Lunar Prospector emportait à son bord un spectromètre gamma capable de détecter à plusieurs mètres de profondeur des métaux et minerais comme le fer, l'uranium, le silicium, le titane, tandis qu'un spectromètre alpha repérerait les gaz comme l'azote et le radon.

Un des premiers résultats des analyses transmises par Lunar Prospector a semblé confirmer la présence de quantités importantes d'eau (sous forme de glace) au fond des cratères polaires.

Toutefois, l'observation de l'impact provoqué du satellite américain Lunar Prospector dans un cratère polaire (31 juillet 1999) n'a pas permis de confirmer ces premières mesures en mettant en évidence une quelconque présence d'eau dans le sol lunaire. L'analyse des données recueillies simultanément par le télescope spatial Hubble, par le satellite SWAS (Submillimeter Wave Astronomy Satellite), par l'observatoire MCDonald au Texas et par le télescope Keck à Hawaii montrèrent que la collision n'avait dégagé aucun élément chimique pouvant révéler que des molécules d'eau avaient été projetées lors de l'impact.

Mercure : la délaissée

Mercure fut pendant de nombreuses années délaissée par les sondes, puisque jusqu'en 2008 elle n'avait reçu la visite que d'une seule sonde, lancée le 3 novembre 1973, la sonde Mariner 10. Le 5 février 1974, elle est placée sur une orbite tangente à la trajectoire de Mercure, qu'elle rencontre avec une période de 176 jours. Pendant sa mission, Mariner 10 photographia 45 % de la surface de cette planète, et étudia aussi son champ magnétique ainsi que ses paramètres atmosphériques. Après 34 ans d'absence, et son arrivée en janvier 2008 près de Mercure, la sonde américaine Messenger marque le retour de Mercure au devant de la scène. Prévu pour une durée minimale de 4 ans, la mission devrait permettre de cartographier l'ensemble de la surface de Mercure.

La découverte de l'enfer vénusien

Le 12 février 1961, avant le vol historique de Gagarine, un engin soviétique appelé Venera 1 quittait la Terre pour voguer vers Vénus, qu'il survola, muet, toute liaison avec la Terre ayant cessé après quinze jours de vol. Mais le premier engin à atteindre avec succès la planète fut la sonde américaine Mariner 2, qui, le 22 juillet 1962, en frôlant Vénus et en l'observant pendant 42 minutes, recueille et transmet les premières données thermiques et les paramètres orbitaux de cette planète. Mariner 5, en 1967, fournit des mesures détaillées à l'occasion d'un survol.

Vénus sera aussi explorée par des sondes soviétiques. Après trois échecs, Venera 4, sonde de 1 106 kg lancée le 12 juin 1967, atteint Vénus et transmet pendant 97 minutes des données sur l'atmosphère vénusienne. Le 17 août 1970, Venera 7 plonge dans l'atmosphère vénusienne et touche le sol. Dévoilée, l'atmosphère de Vénus se présente comme très dense, composée de dioxyde de carbone, avec des températures élevées (d'environ 475 °C). La sonde survit pendant 23 minutes, sous une pression de 90 bars! En 1972, Venera 8 survivra 50 minutes à la surface de Vénus, et analysera les roches basaltiques de surface, mesurant leur radioactivité.

En 1975-1976, les missions Venera 9 et 10 sont pour les Soviétiques un succès: les sondes se posent sur le sol de la planète et transmettent des images du sol vénusien.

Deux sondes américaines, lancées en 1978, à cinq jours d'intervalle, atteignent Vénus. Pioneer 1 portait douze expériences sur la chimie et la dynamique atmosphérique, tandis que Pioneer 2 était équipée de quatre minisondes qui traversèrent l'atmosphère vénusienne pour atteindre la surface.

En 1982, les deux sondes soviétiques Venera 13 et 14 photographient en couleurs le sol vénusien, et Venera 14 enregistre des images panoramiques. En 1983, Venera 15 et 16 tourneront autour de Vénus pendant neuf mois, et cartographieront sa surface à l'aide du radar; la résolution est de l'ordre de 2 km.

Les missions Venera seront suivies par deux missions, Vega 1 et 2, qui déploient des ballons-sondes. Les sondes soviétiques ont procédé à l'établissement de profils verticaux atmosphériques, mais aussi à des mesures de spectrométrie, de chromatographie, de cartographie et d'aéronomie, permettant de connaître la dynamique complexe des tempêtes et des vents violents qui affectent Vénus; elles ont recueilli aussi une quantité considérable de données sur la surface du sol vénusien ainsi que sur sa composition.

La sonde américaine Magellan, lancée le 4 mai 1989, établit depuis le 10 août 1990 une cartographie radar de la surface de Vénus, révélant des images splendides d'une planète volcanique où ont lieu des phénomènes tectoniques de grande ampleur. La mission se termina en octobre 1994.

En avril 2006, la sonde européenne Vénus Express se place en orbite autour de Vénus pour étudier son atmosphère et tenter d'en percer ses mystères.*

L'énigmatique planète Mars

Depuis les années soixante, plus d'une quarantaine de missions ont été programmées vers Mars. Mais le taux de réussite est assez faible, puisqu'à peine 35 % des missions ont réussi. Les lancements vers Mars se font à intervalles espacés: après un échec soviétique (Zond 1) et américain (Mariner 3), c'est la sonde Mariner 4, qui, en juillet 1965, en passant à 9 844 km de la planète rouge, transmet vers la Terre 17 images, où on reconnaît des cratères ainsi que des bassins.

Malgré de nombreuses tentatives, une seule mission soviétique atteint Mars. Mars 5, en 1973, réussira à retransmettre quelques images de la surface de la planète. Les autres missions seront perdues, manqueront leur cible ou resteront muettes. Si les sondes soviétiques échouent près du but, le vaisseau américain Mariner 9 se place en orbite autour de Mars; il retransmet, pendant onze mois, un grand nombre de clichés (7 000) remarquablement détaillés, où les planétologues commencent à cartographier des structures d'écoulement fossilisées et de gigantesques volcans, comme le mont Olympus (500 km de diamètre pour une altitude dépassant les 25 km).

Lancée le 22 août 1975, la sonde américaine Viking 1 se pose en douceur, le 20 juillet 1976, dans le désert rouge de Chryse Planitia; Viking 2 se posera dans Utopia Planitia le 3 septembre 1976. On découvre alors un monde étrangement réel, sous un ciel rouge, des sables ocres et des cailloux polis par le vent. Le sol martien est analysé in situ. Les sondes réalisent trois expériences pour détecter d'éventuelles formes de vie, mais les résultats ne sont pas probants.

En 1989, l'Union soviétique envoie deux sondes pour atteindre le satellite de Mars, Phobos, mais l'on perd le contrôle de l'une d'elles peu après le lancement, et la seconde ne réussit à effectuer qu'une partie du programme prévu.

Après une longue période d'absence, les américains renouent avec Mars en 1997 avec la sonde Mars Global Surveyor qui durant près de 9 ans va cartographier la planète rouge. Toujours la même année, le premier rover martien, Rocky, de la mission Mars Pathfinder, roule à la surface de Mars et ouvre la voie aux nouvelles missions martiennes. Depuis cette date, tous les deux ans, des missions sont envoyées vers Mars, dont les deux célèbres rovers, Spirit et Opportunity, qui depuis plus de 4 ans battent des records de longévités à la surface de Mars. Sans oublier la première sonde européenne, Mars Express, mise en orbite en 2003 et dont la mission vient d'être prolongée jusqu'en mai 2009.

Il faut citer également, la sonde américaine, Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), qui depuis 2006 prends des images à très haute résolution de Mars et depuis mai 2008 le laboratoire Phoenix chargé d'étudier le sol martien et de savoir si des formes de vie primitives pourraient subsister sur Mars.

L'exploration de Jupiter

Les premières missions vers Jupiter ont été le fait des sondes américaines Pioneer 10 et 11, lancées par des fusées Atlas Centaur en 1972-1973. Plus de deux années furent nécessaires à chacune des sondes pour atteindre leur destination avant de continuer vers l'extérieur du système solaire. Leurs mesures de l'environnement de Jupiter, et particulièrement des turbulences rencontrées dans ses ceintures de radiations, ont ouvert la voie aux sondes Voyager lancées en 1977. Voyager 1 et 2 ont découvert de nouvelles particularités du système jovien, comme des satellites

inconnus, un anneau étroit ou le volcanisme actif sur le satellite Io. La sonde Galileo, lancée par la navette Atlantis le 18 octobre 1989, fait route vers Jupiter. Bien que cette sonde soit défectueuse, son antenne principale ne s'étant pas déployée, elle fournit de précieuses données et a notamment transmis les premières images de l'astéroïde Gaspra (astéroïde 951), dont elle a croisé la trajectoire en octobre 1991. Prolongée jusqu'en 2003, alors que sa mission initiale était de 2 ans, la sonde Galileo pris plus de 15000 images et fut une des plus grandes réussites de l'exploration spatiale. Ses différentes données et mesures ont permis de considérablement faire progresser nos connaissances sur le système jovien.

Le monde saturnien

Saturne a été visitée pour la première fois par la sonde Pioneer 11 en 1979, et en 1980 et 1981, les sondes Voyager sont passées à proximité de la planète; elles ont pris des mesures de son environnement, observé son atmosphère, ses satellites et son impressionnant système d'anneaux. Mais LA mission saturnienne est sans conteste, Cassini. Lancée en 1997 et mise en orbite en 2004, cette sonde résultat de la collaboration entre la NASA, l'ESA et l'ASI (agence spatiale italienne) nous offre des images somptueuses et bouleverse nos connaissances sur le monde de Saturne.

Entre la fin de l'année 2000 et le printemps 2001, la sonde Cassini a suivi Jupiter et a permis d'obtenir des images très détaillées de la géante du système solaire.

En janvier 2005, le module européen, Huygens, transporté par Cassini, s'est posé à la surface de Titan et est devenu le plus lointain objet humain posé sur un astre du système solaire. Ses mesures effectuées durant la descente dans l'atmosphère de Titan, puis au sol, ont permis de dévoiler quelques secrets de ce satellite fascinant. Vu le succès de la mission, elle sera prolongée au moins jusqu'en 2010.

Les autres planètes

Après avoir survolé Saturne en avril 1981, la sonde Voyager 2 est dirigée vers Uranus et Neptune, qui n'ont encore jamais reçues la visite d'une sonde spatiale. En 1986, Voyager 2 passe près d'Uranus et nous dévoile les premières images détaillées de la planète couchée. Puis en 1989, douze ans après son lancement Voyager, achève son « grand tour » en explorant le monde de Neptune. Depuis elle se situe à plus de 15 milliards de km de la Terre et s'enfonce dans l'espace interstellaire. Les deux dernières planètes du système solaire n'ont pas reçu depuis la visite d'une autre sonde et aucune mission n'est programmée pour les années qui viennent.

Quant à Pluton, elle devrait recevoir la visite de la sonde américaine New Horizon, lancée en 2006 et dont don passage près de l'ex dernière planète est programmée pour l'été 2015. Ensuite, elle devrait continuer sa mission vers les objets de la ceinture de Kuiper.

Les comètes

L'International Sun-Earth Explorer fut lancée par la NASA en 1978 sur une orbite lunaire élevée et fut détournée cinq ans plus tard pour une rencontre avec la comète Giacobini-Zinner.

En 1986, les sondes ont rendez-vous avec une comète, celle de Halley. Américains, Soviétiques, Européens et Japonais se mobilisent pour étudier au mieux la comète. Les Américains expédient la sonde ISEE-3, et les Soviétiques lancent deux missions, Vega 1 et 2, qui passent à proximité de Vénus, avant de se diriger

vers la comète de Halley, qu'elles photographient. Pendant ce temps, les Japonais ont lancé deux sondes, Planet A et MS-T5.

L'Agence spatiale européenne envoie également une sonde: Giotto. Lancée le 2 juillet 1985 par Ariane 1, cette sonde de 950 kg survole le 14 mars 1986 la comète de Halley, à une distance de 605 km. Bien que de petite taille, elle est équipée d'une chambre photographique, de trois spectromètres, de deux analyseurs de plasma, d'un magnétomètre, d'un détecteur de particules et d'une sonde optique polarimétrique. Giotto a survécu à sa rencontre avec la comète, mais a perdu ses instruments photographiques. Placée en «hibernation», la sonde a pu être réactivée en 1990, pour repartir à la rencontre d'une autre comète, Grigg-Skjellerup, qu'elle a croisée, mais en aveugle, le 10 juillet 1992.

Depuis cette date, quelques missions marquantes ont eu lieu. En 2004, la sonde américaine Stardust s'est approchée de la comète Wild2 en vue de collecter des poussières de comètes et de les ramener sur Terre. Mais le retour brutal de la sonde (son parachute ne sait pas ouvert) n'a pas permis pour le moment d'étudier ces poussières.

En 2005, la mission américaine Deep-Impact est chargée de bombarder la comète Tempel 1 pour en étudier la matière sous sa surface.

En 2004, les européens ont lancé la sonde Rosetta qui doit atteindre sa cible en 2014, la comète Churyumov-Gerasimenko et posé un petit module à sa surface.

A la découverte d'une étoile: le Soleil

Les premières sondes Pioneer furent lancées pour observer le Soleil sous des angles divers. Deux sondes allemandes, Helios 1 et Helios 2, furent placées sur l'orbite de Mercure afin de mesurer le champ magnétique du Soleil et d'observer les caractéristiques de son environnement. Les deux dernières missions importantes sont la sonde américano-européenne Ulysses et le satellite Soho. Ulysses a été lancé par la navette spatiale le 6 octobre 1990 et a atteint le pôle Sud du Soleil le 13 septembre 1994, après avoir survolé Jupiter en février 1992. Il était chargé d'étudier les régions polaires du Soleil ; sa mission s'est achevée début 2008.

Lancé à la fin de l'année 1995, le satellite Soho, issu de la collaboration NASA/ESA est équipé d'une dizaine d'instruments qui sont chargés d'étudier la surface du soleil, le vent solaire et la structure interne de notre étoile.

