

Explorer l'univers

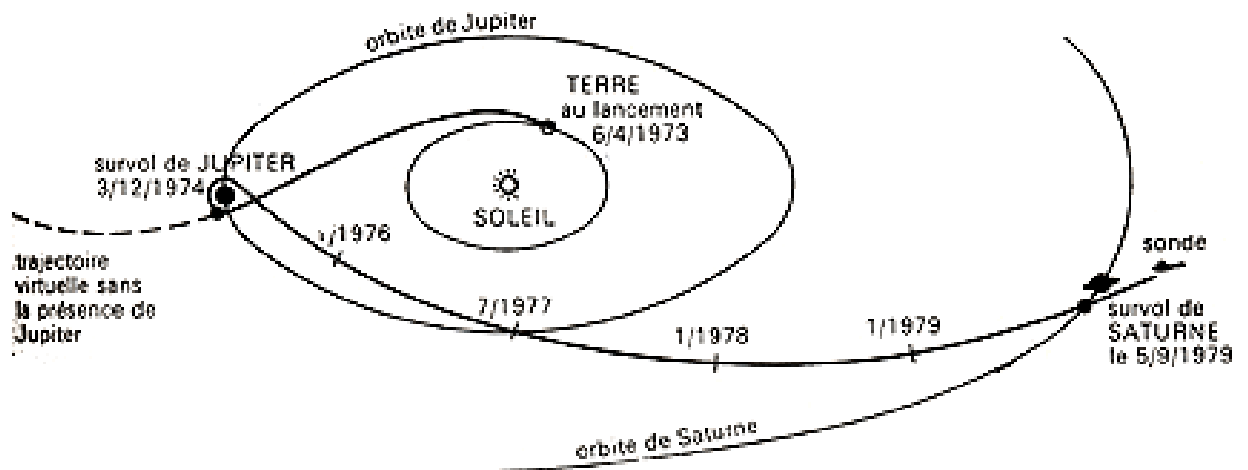
Dans le cadre de cette extraordinaire aventure, qu'est l'exploration spatiale, les sondes ont accompli une tâche monumentale, remplissant leurs missions souvent au-delà de toutes les espérances.

Peu de gens se rendent compte que ces sondes spatiales ne sont pas lancées dans l'espace comme on jetterait une bouteille à la mer. Elles font partie d'un système de communication sophistiqué alliant une sonde d'exploration in situ et des stations terriennes de poursuite.

Pioneer 10 est un projet que nous devons au célèbre professeur James Van Allen. Il fut aussi le principal chercheur responsable du compteur Geiger embarqué (Geiger Tube Telescope) à bord de Pioneer 10. En décembre 1973 il l'utilisa pour mesurer l'intensité des ceintures de radiation entourant Jupiter. L'histoire se renouvela avec Pioneer 11 qui rencontra pour la première fois Saturne en septembre 1979

Un peu plus tard, en 1978 la NASA envoya la sonde Voyager 1 explorer Jupiter et les planètes supérieures. Sommet de la technologie des années 1970, Voyager 1 pèse 825 kg (contre 285 kg pour Pioneer 10) répartis entre son immense antenne parabolique de 3.7m de diamètre, une électronique et des senseurs sophistiqués et quatre générateurs thermoélectriques (RTG) capables de produire au décollage une puissance de 470 watts, trois fois supérieure à celle de Pioneer 10.

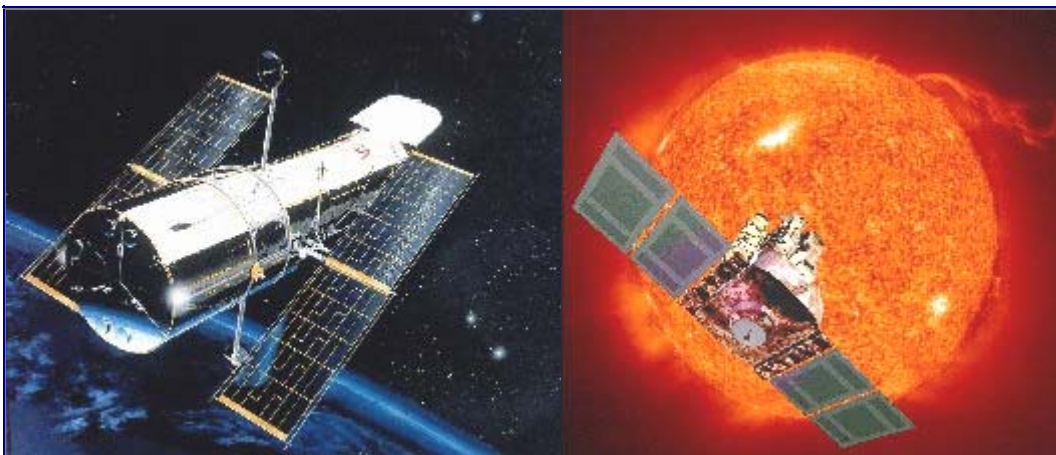
Voyager fut télécommandé jusqu'à plus de 4.5 milliards de kilomètres de distance, avec un temps de réponse qui atteignit 4 heures. Parcourant 1 UA tous les trois mois, la puissance des transmissions, de 20 watts à l'émission, arrivent à présent sur Terre avec une puissance réduite d'un facteur 10^{18} ... Les techniciens ont calculé la trajectoire de Voyager 2 avec une précision "sur site" de 30 km, une ponctualité de 10 minutes et l'orientation de son antenne fut précise à 0.05° près !



Trajectoire de la sonde Pioneer 11

En 1992-1993, signes avant-coureurs de leur évasion, Voyager 1 et 2 ont enregistré les bruits provoqués par l'onde de choc du vent solaire sur l'héliopause qui marque la frontière entre le système solaire et l'espace interstellaire. Au tournant du millénaire on a estimé que cette limite se situait encore 40 UA devant les deux sondes. Aujourd'hui les deux Voyager manquent d'hydrazine pour modifier leur trajectoire. Si l'oxyde de plutonium de leur générateur présente une demi-vie de 92 ans, les thermocouples qui convertissent cette énergie en électricité vont se dégrader beaucoup plus rapidement jusqu'à ce que le signal émit tombe sous le seuil de sensibilité des instruments.

Mais vers 2020, longtemps avant l'épuisement du plutonium, la première ressource qui viendra à manquer aux deux sondes spatiales sera la lumière du Soleil. Aux yeux de nos caméras embarquées, notre étoile sera indiscernable dans le firmament. Le JPL et les stations terriennes de poursuite perdront alors tout contact avec les Voyager et autre Pioneer.

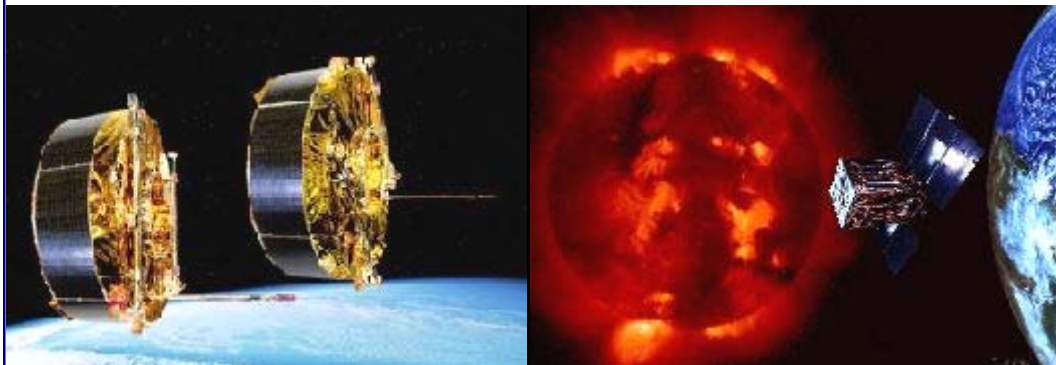


Le télescope Hubble observant le ciel profond SOHO face au Soleil



Cassini-Huygens débarque sur Titan

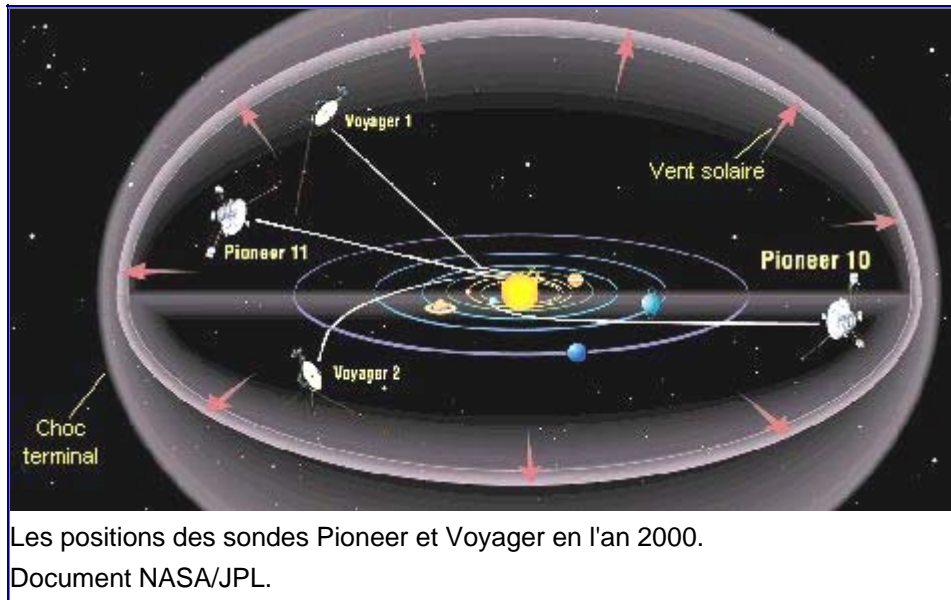
Giotto rencontre Halley



Cluster2 à l'écoute du géomagnétisme

Yohkoh surveillant le Soleil

Aujourd'hui voyageant à plus de 13 km/s (47000 km/h) les sondes Voyager 1 et 2 continuent de voir le Soleil comme une étoile brillante et continuent d'ajuster leur position, se balançant de si de là en allumant leurs petites fusées pour orienter leur antenne et transmettre leurs informations aux stations de poursuite terriennes. Car leur activité n'est pas encore achevée. D'ici là, fidèle à leur mission, les deux sondes continueront à transmettre de précieux renseignements sur le milieu interplanétaire.



Mais à l'impossible nul n'est tenu. En 2000 par exemple, les stations SETI opérées par les radioamateurs ont perdu toute chance de détecter les signaux émis par Pioneer 10. Peu de temps après les radioastronomes professionnels de l'Institut SETI américain perdirent également la trace de la sonde spatiale. Et pour cause. Elle se trouvait alors à 11.5 milliards de km de la Terre.

Le 1 août 2002 Voyager 1 quitta la région interplanétaire où soufflait un vent solaire subsonique. Il se trouvait à une distance d'environ 85 UA (héliolatitute d'environ 34° N). Il venait de franchir l'onde de choc terminale de la magnétosphère. Début janvier 2003 il pénétra à nouveau dans un flux de vent solaire supersonique à une distance d'environ 87 UA du Soleil. La composition ionique de ce milieu changea et fut remplacée par un flot intense de particules neutres interstellaires (de plusieurs dizaines de MeV) générant un important flux de rayons cosmiques. Voyager 1 venait de sortir du système solaire.

Vers 2005, lorsque Pioneer 10 sera à plus de 90 UA du Soleil, et vers 2020 lorsque Voyager 2 sera à environ 130 UA du Soleil, les deux sondes spatiales enverront leurs dernières observations sur le milieu interplanétaire. Il se peut alors que l'on découvre l'étoile Némésis qui semble perturber les trajectoires des planètes géantes. Elles rencontreront ensuite la fameuse onde de choc de l'héliopause. Ce passage sera marqué par d'importants signaux radioélectriques permettant aux physiciens de recueillir de très intéressantes informations sur cette région lointaine inexplorée. Au-delà de 150 UA du Soleil, les sondes pénétreront réellement dans le grand vide silencieux de l'espace interstellaire.

Beaucoup plus tard, dans 20000 ans à 1 année-lumière de la Terre, les deux sondes atteindront le Nuage de Oort, berceau des noyaux cométaires, qu'elles traverseront espérons-le sans encombre. Pioneer 10 croisera ensuite l'étoile de Barnard à 3.8 années-lumière. Ce n'est que dans 2 millions d'années, en parcourant 2.5 UA par an, que Pioneer 10 passera dans la banlieue de l'étoile géante rouge Aldébaran dans la constellation du Taureau et deux millions d'années plus tard elle passera au large d'Altaïr, une belle étoile blanche située à environ 16 années-lumière dans la constellation de l'Aigle. Avec un peu de chance, dans 40000 ans Voyager 1 atteindra l'étoile AC+79.3888 située à environ 17

années-lumière dans la constellation de la Girafe tandis que Voyager 2 croisera l'étoile Ross 248 d'Andromède (HH And) située à 10 années-lumière de la Terre.

Ces distances, bien qu'astronomiques, sont dérisoires comparées aux dimensions de notre Galaxie dont le diamètre se chiffre à environ 200000 années-lumière. Dix années-lumière, seize années-lumière... nous ne sommes encore nul part dans cet océan cosmique, pas même en vue des premières exoplanètes. Il n'y a pas un îlot de vie à perte de vue ou de senseur. Cela nous force à reconsidérer notre position dans l'univers et reconnaître l'insignifiance de notre existence dans ce concert démesuré des choses qui nous entourent. Seule consolation, ces sondes spatiales témoigneront durant des millions et peut-être des milliards d'années de notre existence quelque part là-bas dans l'univers et de notre science capable de communiquer à travers le gouffre de l'espace et du temps.

Pluton, le dieu des Enfers

Malgré la découverte de Neptune, au début du XX^{ème} siècle les astronomes Percival Lowell et William Pickering notèrent que de petites perturbations restaient inexplicées dans le mouvement d'Uranus, perturbations qui déviaient également Neptune. Sans se concerter, tous deux suggérèrent l'existence d'une autre planète, au-delà de Neptune. Lowell prédit que la "planète X" comme ils la dénommèrent devait avoir un diamètre d'environ 1" et devait être sept fois plus massive que la Terre. Une nouvelle fois, à partir de 1915 les astronomes calculèrent la position de cette nouvelle planète et se mirent à sa recherche. Toutefois, malgré l'utilisation de la photographie à longues poses, cet astre était tellement discret qu'il demeura invisible des années durant.

C'est alors qu'au début de 1929, un jeune astronome amateur âgé d'à peine 23 ans du nom de Clyde W. Tombaugh fut engagé comme observateur à l'observatoire Lowell de Flagstaff.

Sa tâche consistait à rechercher la "planète Lowell" avec une chambre photographique installée sur un télescope de 32 cm d'ouverture (aujourd'hui dénommé Télescope Pluton).

Les astronomes ayant été déçus par plus de 15 années de vaines recherches, Slipher lui avait dit qu'il devrait dépouiller lui-même les photographies. Équipé d'un microscope comparateur, en l'espace de quelques mois Tombaugh accumula plus de 100 plaques photographiques, quelque chose comme 40 millions d'étoiles à analyser au total !

Le 13 mars 1930 Slipher confirma officiellement la découverte de la "planète X" à l'observatoire Lowell, sans pour autant créditer sa découverte à Clyde Tombaugh. L'astre perdu parmi les étoiles brillantes se trouvait à 5° de la position prédite, l'erreur provenant principalement du nombre de termes utilisés dans les équations. Après quelques discussions, cette neuvième planète fut baptisée du nom du passeur des Enfers de la mythologie grecque, Pluton qui, comme par un heureux hasard commence également par les initiales de Percival Lowell.

Situé à l'aphélie à 7.4 milliards de kilomètres du Soleil, Pluton gravite sur une orbite elliptique dont l'excentricité atteint 0.248, proche de celle de Mercure (0.206). Entre le 21 janvier 1979 et le 11 février 1999, soit durant 20 ans Pluton fut plus près du Soleil que Neptune, passant au périhélie le 5 septembre 1989 à une distance de 4.3 milliards de kilomètres du Soleil.

Aujourd'hui Pluton a retrouvé sa position initiale et ce phénomène ne se reproduira plus avant septembre 2226.

Pendant que Pluton traverse l'orbite de Neptune, les deux astres peuvent-ils entrer en collision ? Le plan de l'orbite de Pluton est incliné de 17°10' sur l'écliptique, un record parmi les planètes du système solaire. Mais le risque de collision avec Neptune est pour ainsi dire nul car les orbites des deux planètes sont en résonance; à l'image des pôles positifs de deux aimants, elles ne peuvent pas vraiment se rapprocher tout près l'une de l'autre. Lorsque Pluton approche du périhélie et traverse l'orbite de Neptune, il est aussi le plus éloigné de l'écliptique en raison de sa forte inclinaison orbitale. Dans ces conditions les deux planètes ne se rapprochent jamais à moins de 18 UA l'une de l'autre, ce qui représente une distance de 2.7 milliards de km. Mais d'un autre côté, rien n'empêche Pluton de quitter son orbite du fait de son mouvement chaotique.

Données physiques

Observé au télescope, Pluton n'est rien de plus qu'un petit point brillant que l'on confond avec une étoile pâle. Son disque est difficilement résolvable depuis le sol en raison de la turbulence de l'atmosphère. Seules les optiques adaptives installées sur les télescopes d'Hawaii parviennent aujourd'hui à discerner son disque qui demeure flou.

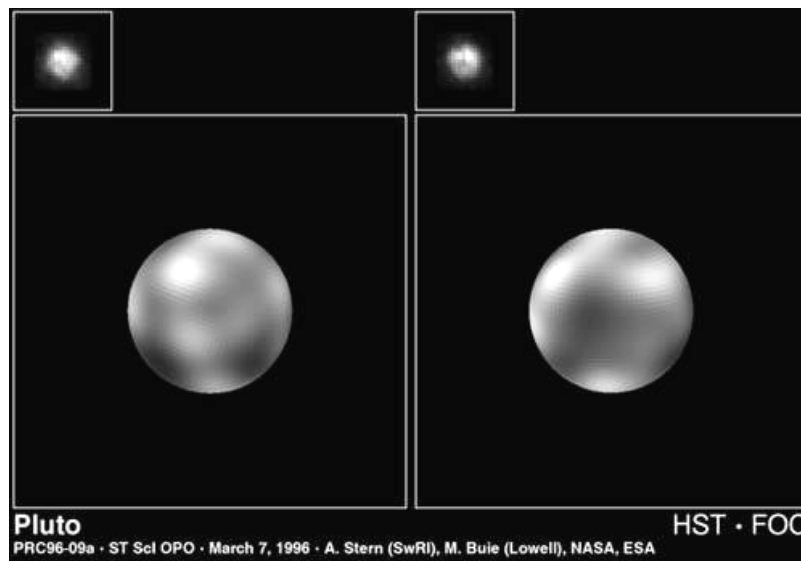
Pour comprendre la difficulté que présente l'observation d'un si petit objet, si nous comparons Pluton au système Terre-Lune, le diamètre de Pluton équivaut au 2/3 de celui de la Lune mais il se situe 1200 fois plus loin. Observer des détails sur sa surface revient à lire la marque d'une balle de golf à 53 km de distance ! Aujourd'hui seule la caméra pour objet faible (FOC puis ACS) fixée sur le Télescope Spatial Hubble nous laisse entrevoir quelques ombres et des zones brillantes sur sa surface. Vu de si loin Pluton présente la surface la plus contrastée de toutes les planètes, à l'exception de la Terre.

La détermination de ses paramètres physiques a longtemps été un problème pour les astronomes. Ce n'est qu'en 1979, grâce à des mesures interférométriques et photométriques

que l'on a estimé son diamètre à 2274 km pour une masse équivalente au cinquième de celle de la Lune ou 1.27×10^{22} kg - 7 fois la masse de Charon -. Sa taille est donc de beaucoup inférieure à celle de Mercure et même inférieure aux satellites galiléens. En fait Pluton est seulement moitié plus gros que son satellite Charon et présente une masse 2000 fois inférieure à celle de la Terre ! Sa force de gravité est de 0.4 g pour une vitesse de libération à l'équateur réduite à 1.22 km/s.

Aux confins du système solaire

Vu de Pluton, le Soleil se confond parmi les étoiles, il devient 1500 fois plus pâle que sur Terre. Pluton doit être plongé dans un profond isolement. Sa surface reçoit 0.008 Watts/cm², portant sa surface à une température moyenne de -220°C, 10°C plus chaude seulement qu'un objet plongé dans l'ombre...



Sa forte inclinaison orbitale suggère qu'il gravite dans cette zone par accident. Il est également gravitationnellement lié à Neptune par un effet de résonance, Pluton accomplissant 2 révolutions lorsque Neptune en accomplit 3. Pour les planétologues il serait un ancien satellite de Neptune, éjecté de son orbite suite à une collision catastrophique. Mais l'hypothèse selon laquelle il serait un ancien astéroïde éjecté de sa trajectoire est tout aussi plausible. Grâce à des études photométriques et spectrales, sa surface présenterait une coloration rougeâtre tout à fait éloquente.

La grande inconnue concerne son atmosphère. A plus de 5 milliards de kilomètres du Soleil, tout le gaz contenu dans l'atmosphère de Pluton se condense et tombe en neige sur le sol. Dans ces conditions il est impossible de déceler quoi ce soit dans son atmosphère. Il faut absolument observer Pluton lorsqu'il est au plus près de la Terre, dans l'orbite de Neptune ou à peu de distance de lui. Les planétologues peuvent en profiter jusqu'en 2020 environ après quoi Pluton sera vraiment perdu dans les régions reculées et glacées du système solaire.

Les études spectrales et de polarisation de la lumière indiquent que son atmosphère est principalement composée d'une faible enveloppe de méthane mélangée à de l'ammoniac, du monoxyde et du dioxyde de carbone, de l'argon, de l'azote et de l'oxygène. De l'acide cyanhydrique (HCN) a également été détecté ainsi que de l'hydrogène libre. La pression atmosphérique est réduite à 10^{-3} mbars, un million de fois inférieure à celle que nous connaissons à la surface de la Terre.

La surface de Pluton est constituée de silicates. Elle est composée à 98% d'azote et contient des traces de méthane et de monoxyde de carbone. Dans ces contrées reculées du système solaire, le méthane est refroidit à 70 kelvins (-203°C) mais subit de fortes

variations en raison de l'excentricité de l'orbite qui conduit Pluton entre 30 et 50 UA du Soleil. Dans des conditions extrêmes la surface au sol peut descendre à -240°C .

Avec une densité moyenne de 2.05, on en déduit qu'il est constitué à 50 ou 75% de roches mêlées de glace. Selon les modèles calculés au Caltech et au JPL à partir des observations du Télescope Spatial Hubble, son noyau occuperait 75% du volume et serait rocheux. Il serait enveloppé d'un manteau de glace surmonté d'une écorce de méthane glacée de plusieurs centaines de kilomètres d'épaisseur. D'autres modèles considèrent que son écorce est très fine, composée de méthane gelé sur 50 km d'épaisseur.

Enfin, on ignore toujours si Pluton dispose ou non d'une magnétosphère. En effet à l'image de Ganymède il se peut que Pluton ait conservé un champ magnétique en raison des forces de marées engendrées par son satellite Charon. Ce champ magnétique peut également être entretenu par une interaction avec le vent interplanétaire, un peu comme le font les comètes.

Quoi qu'il en soit toutes ces données ne sont que des suggestions qui doivent être affinées par le Télescope Spatial Hubble ou mieux encore par une future mission d'exploration "in situ".

Le satellite Charon, le passeur des Enfers

Le 22 juin 1978, l'astronome James Christy de l'US Naval Observatory découvrit une excroissance de l'image de la planète qui révéla la présence d'un satellite qui gravitait autour de Pluton. Il sera baptisé Charon. Depuis, le Télescope Spatial Hubble nous a transmis d'étonnantes images où Pluton et son satellite sont parfaitement différenciés.

Ce satellite présente un diamètre voisin de 1172 km et, comparativement à Pluton, il paraît énorme. Pour Edward F. Tedesco du JPL on peut pratiquement considérer que le couple Pluton-Charon forme une planète double. Comparativement au système Terre-Lune, Charon est quatre fois plus rapproché de Pluton que notre Lune l'est de la Terre. En orbite circulaire à une distance d'environ 17 rayons de Pluton, soit 19640 km, Charon est animé d'un mouvement rétrograde perpendiculaire au plan de l'orbite de Pluton (94°). Il tourne autour de Pluton en un peu plus de 6 jours ce qui signifie que les deux astres ont une rotation synchrone. Par ailleurs un phénomène de marée gravitationnelle bloque pour ainsi dire l'orientation des deux astres qui sont toujours tournés l'un vers l'autre. C'est un cas unique dans le système solaire. Sur Pluton il n'est donc pas difficile de trouver Charon dans le ciel : il occupe toujours la même place. En revanche, un observateur situé aux antipodes ne verrait jamais Charon !

Charon est plus pâle que Pluton, avec un albédo moyen de 0.375, une des hémisphères étant rougeâtre. Sa densité est voisine de 1.25 indiquant qu'il contient peu de roches. Sa surface ne semble pas contenir de méthane ni d'ammoniac mais serait constituée d'eau glacée sale, assez semblable aux moraines de nos glaciers. Légèrement plus chaud que Pluton, dans un lointain passé il semblerait que Charon ait perdu son atmosphère de méthane au profit de Pluton. Ce phénomène expliquerait la différence de composition entre les deux astres.

Malgré les performances du Télescope Spatial Hubble et même après traitement d'image (déconvolution), le diamètre apparent de Pluton n'étant que de 0.1", c'est à peine si nous pouvons y déceler quelques taches. Pour avoir de meilleures images, il faudra attendre la mise en route des télescopes interférométriques ou VLTI pour enfin considérer ce couple oublié comme autre chose qu'un "objet" astronomique.

Objectif Pluton

Et si nous allions cartographier Pluton se demanda un jour de 1992 l'astronome Alan Stern aujourd'hui au Southwest Research Institute. Malgré le faible budget accordé à l'exploration spatiale par le Congrès américain, une mission de la NASA devait envoyer

deux petites sondes vers Pluton en 1999. Il s'agissait de deux vaisseaux "hauts de gamme", ultra-légers, bourrés d'électronique de pointe et moins chers que les célèbres Pioneer et autres Voyager. Mais les censeurs du Congrès en ont jugé autrement et rejetèrent le projet en 1995.

Mais les scientifiques n'abandonnèrent pas un tel défi. Fin 2000 le projet Pluto-Kuiper Express fut réexaminé par les scientifiques de la NASA. Malheureusement le projet était passé de 0.654 à 1.5 milliards de dollars et fut finalement abandonné. Mais la NASA allait lui donner un second souffle en 2002 grâce au programme "New Frontiers" et une allocation budgétaire de 650 millions de dollars : une nouvelle mission "New Horizons" serait planifiée pour 2006, arrivée prévue en 2015.

Cette décision survint après que la NASA ait annulé d'autres projets du même ordre qui alarmèrent la communauté scientifique. Contrainte de réagir, les scientifiques prièrent la NASA de définir clairement quelles étaient dorénavant ses priorités. Dans une lettre adressée le 27 novembre 2000 à la NASA, Michael Drake de l'Université d'Arizona, représentant le sous-comité chargé de conseiller la NASA en matière d'exploration du système solaire écrivait, *"la mission vers Pluton [doit] logiquement passer en priorité"*.

Ce projet est-il viable ? Pour Alan Stern promoteur du projet initial "Pluto FlyBy", ce programme est loin d'être désespérant. Dans les conditions actuelles des configurations planétaires, une sonde spatiale peut atteindre Pluton au terme d'un voyage de 7 ans, en tenant compte du fait que la planète se trouve à l'heure actuelle juste à hauteur de l'écliptique, le voyage s'effectuant en ligne droite, sans détour. En temps normal, avec une grande sonde de la classe Voyager, le voyage aurait duré 20 ans. Pour Andrew Cheng, chef de projet de la mission "New Horizons", ce projet offre également l'avantage d'envoyer rapidement la sonde sur sa trajectoire grâce à un tir balistique et d'être meilleur marché que la solution basée sur une propulsion électrique et nucléaire envisagées par la NASA.

Si nous n'arrivons pas près de Pluton vers 2015, nous perdons non seulement l'atmosphère de la planète mais aussi une grande partie de ce que la géologie pourrait nous apprendre. En effet, après cette date l'ombre de Charon cachera temporairement la surface de Pluton, empêchant toute cartographie.

Cette mission sera également intéressante car elle devrait non seulement nous permettre de visiter Pluton et Charon mais elle devrait également passer au large de la Ceinture de Kuiper vers 2026.

Il faut aussi savoir que la prochaine fenêtre ne se présentera pas avant l'an... 2237, époque à laquelle les gaz congelés sur la surface de Pluton se seront à nouveaux sublimés dans son atmosphère... Si on se rappelle que la NASA abandonna les programmes "Grand Tour" et "Mark2" pour causes de restrictions budgétaires, ce projet d'exploration apparaît comme une réelle opportunité de nous dévoiler le dernier objet mystérieux du système solaire. La réponse de la NASA est encourageante.

La planète X existe-t-elle ?

Dès l'annonce de la découverte de Pluton, Ernest Brown déjà connu pour ses calculs des perturbations lunaires, doutait que cette planète puisse être responsable des perturbations d'Uranus et de Neptune. Nous savons aujourd'hui que Pluton a une masse 500 fois inférieure à celle de la Terre. Quand on sait que Lowell changea plusieurs fois la position supposée de sa planète, oscillant entre la Balance, les Gémeaux et le Taureau, il y a tout lieu de croire que Lowell avait prédit par hasard que Pluton se situerait dans les Gémeaux...

Aussi de nombreux astronomes se mirent à rechercher la "vraie" planète de Lowell. Tombaugh participa à ce travail, examinant 70% de la voûte céleste, ce qui représentait quelque 90000 degrés carrés, jusqu'à la magnitude 17.5. Les régions éloignées de la Voie lactée ne contenaient que 40 à 60000 étoiles par plaque, mais celles du Sagittaire en

revanche, situées en plein coeur de la Voie Lactée, en contenait plus d'un million. Dans cette région, l'analyse d'une surface de 3 mm sur 20 mm prenait 10 minutes.

A cette vitesse il lui valait deux heures de concentration pour venir à bout d'un degré carré. Son travail fut donc proportionnel au nombre d'étoiles figurant sur chacune de ces plaques. Pour éviter des "trous" dans la couverture du ciel, il consacra 30% de son temps à rephotographier les anciennes zones, les faisant déborder d'une certaine quantité d'une plaque à l'autre. En 14 ans, Tombaugh consacra ainsi 7000 heures à observer consciencieusement chacune des 90 millions d'étoiles du ciel comprises entre 60° de déclinaison Nord et 50° Sud ! Il passa également au crible la région au-delà de Canopus et l'amas globulaire Omega Centauri. Mais au lieu de découvrir cette planète X, il découvrit une comète, un nouvel amas globulaire, plusieurs amas d'étoiles, marqua 1807 étoiles variables, 3969 astéroïdes et dénombra 29548 galaxies ! Sur 90 millions d'étoiles analysées sur 362 plaques, il n'y avait pas une seule planète ! Il en suspecta des centaines autour de la magnitude 17 mais il s'agissait toujours d'artefacts ou de défauts de mise au point sur le plan-film. Slipher finit pas abandonner la partie au bout de 13 ans de recherches. Mais Clyde Tombaugh persista.

En 1939 et 1940 il rephotographia environ un tiers de l'écliptique, des constellations du Poisson jusqu'au Taureau, y compris le Cancer où se trouvait à l'époque Pluton, ainsi que la Balance, de façon à être certain d'avoir "attrapé" la plus pâle des planètes avant de plonger dans les champs riches et brillants de la Voie Lactée. Tombaugh fut en mesure d'analyser des étoiles jusqu'à la magnitude 18.6. Une nouvelle fois il découvrit près de 1000 pseudo-planètes qui n'étaient que des défauts de mise au point.

Sachant que la planète X serait très pâle, son éclat chutant d'un facteur quatre chaque fois que sa distance à la Terre doublait, malgré cette limitation, Tombaugh était convaincu, à juste titre, de pouvoir "*détecter une planète de la taille et de la brillance de Neptune à sept fois la distance de Neptune au Soleil, soit environ 200 U.A.*". Non pas qu'il ne puisse exister de planètes géantes dans cette région, mais les simulations informatiques modélisant la formation du système solaire, indiquent en général que les planètes massives se trouvent à une distance intermédiaire du Soleil. Cette distance se situe dans la région de Jupiter-Saturne. Le modèle est identique en ce qui concerne les systèmes satellitaires.

Tombaugh reconnaît que la tâche la plus difficile fut d'examiner la région située vers 18h d'ascension droite, dans la partie sud du Sagittaire, située en plein coeur de la Voie Lactée. Mais en vain. Il alla jusqu'à explorer le ciel 20° au sud de l'écliptique, sans plus de succès. Après avoir consacré plus de 50 ans de sa vie à rechercher la planète X, il reste persuadé que cette planète se cache quelque part dans ces régions sud, "*s'approchant probablement de la région de son noeud ascendant*". Il reste une infime possibilité que cette planète existe : "*La chasse devrait se poursuivre maintenant dans les régions Sud du Verseau ou même de la Baleine. Fort heureusement, ces régions ne sont pas riches en étoiles et je pense qu'une telle recherche pourrait être mise sur pied*".

Source : <http://astrosurf.com/lombry>