



Anniversaires spatiaux

Anniversaires de rovers martiens

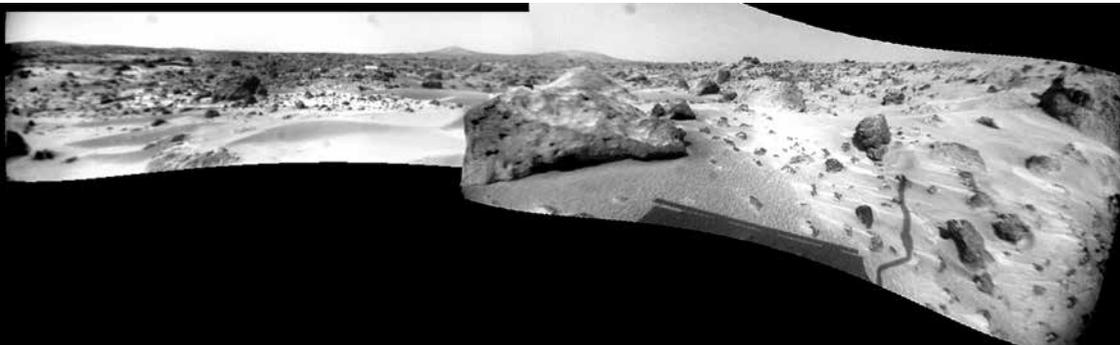
Basé sur des communiqués NASA, JPL

Il y a 25 ans, le petit rover Sojourner passait 83 jours à explorer le terrain martien, à acquérir des images et à faire diverses analyses. La mission était initialement limitée à une semaine.

Lancé le 4 décembre 1996 par une fusée Delta II, la sonde Pathfinder s'était posée le 4 juillet 1997 dans Chryse Planitia. L'atterrisseur, alors rebaptisé « Carl Sagan Memorial Station », avait débarqué le rover Sojourner, le premier engin à circuler sur la Planète rouge.

*Le rover Sojourner vu par Pathfinder après être descendu de sa base le 5 juillet 1997, deuxième jour (sol 2) de sa mission.
(NASA/JPL)*

*Panorama créé à partir d'images prises par Sojourner en 1997. La vue s'étend de « Big Crater », à gauche, jusqu'à l'horizon nord, en passant par Twin Peaks.
(NASA/JPL)*





Sojourner au jour sol 22, en arrêt devant le caillou « Yogi ».
(NASA/JPL)

La mission se voulait avant tout technologique mais a néanmoins produit des résultats scientifiques.

Il est apparu que la composition du sol ressemble à celle rencontrée vingt ans auparavant par les atterrisseurs Viking. Les roches analysées diffèrent de celles des météorites dites martiennes recueillies sur Terre. Les formes arrondies et polies des cailloux font penser que de l'eau a coulé sur Mars et que la planète a connu un climat chaud.

L'érosion de certaines roches suggère qu'elle est provoquée par des grains de sable, ce que corrobore la présence de dunes.

Le diamètre du noyau métallique de Mars a pu être estimé à une valeur comprise entre 1 300 et 2 000 kilomètres.

La poussière atmosphérique est constituée de particules magnétisées de l'ordre du micron, contenant probablement un oxyde de fer qui a cimenté les particules de poussière



sous l'effet du froid et de la sécheresse. Le fer proviendrait du lessivage des roches durant la phase chaude qu'aurait

connue Mars. Les poussières donnent une teinte rosâtre à l'atmosphère.

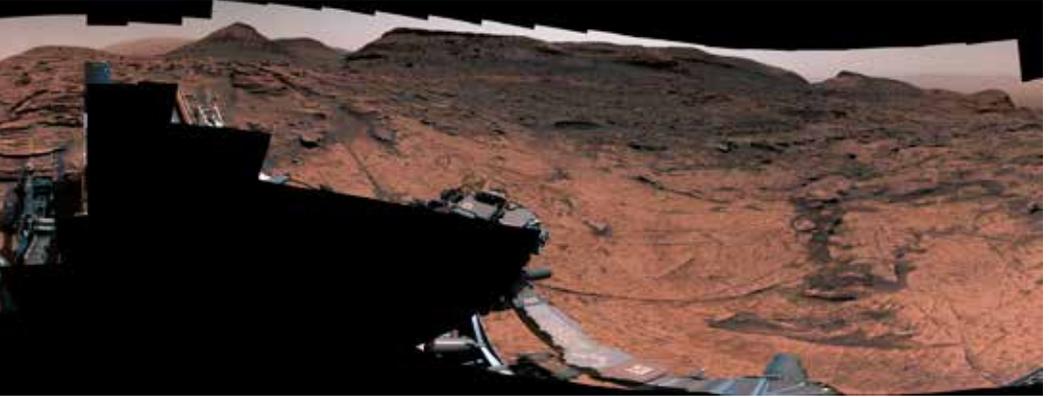
Des tourbillons de poussière ont été observés. Ils sont probablement responsables de l'injection de poussières dans l'atmosphère.

Des nuages de glace d'eau apparaissent dans la basse atmosphère en début de journée pour se dissiper ensuite.

La quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère a été trouvée semblable à ce qui a été constaté par les atterrisseurs Viking.

La dernière transmission de données de Pathfinder a eu lieu le 27 septembre 1997. Les responsables ont tenté en vain de rétablir des communications complètes au cours des cinq mois suivants et la mission a pris fin officiellement le 10 mars 1998. Au total 17 000 images ont été prises, dont 550 par le rover. Des millions de mesures de pression, de température et de vitesse du vent martiennes ont été effectuées. Le rover a parcouru une centaine de mètres, analysé la composition de seize roches et échantillons.

Une autre sonde martienne fête un anniversaire. Il y a dix ans, le rover Curiosity se



Panorama de 360 degrés pris par Curiosity au site de forage Avanavero en juin 2022. (NASA/JPL-Caltech/MSSS)

posait sur la Planète rouge et entreprenait la recherche de signes que, il y a des milliards d'années, Mars présentait les conditions nécessaires à la vie microscopique.

Dix ans après son atterrissage, ce rover est toujours aussi dynamique et sa mission initiale a été prolongée de trois ans.

Malgré les signes d'usure, l'intrépide engin spatial entame actuellement un chapitre passionnant de sa mission en gravissant une montagne.

Depuis son atterrissage, Curiosity a parcouru près de 29 kilomètres et s'est élevé de 625 mètres en explorant le cratère Gale et les contreforts du mont Sharp. Le rover a analysé 41 échantillons de roche et de sol. Curiosity a pu étudier le ciel de la planète, observer les nuages ainsi que le passage des petites lunes. La sonde mesure le rayonnement de haute énergie qui menacera les futurs astronautes.

Curiosity a montré la présence d'eau liquide ainsi que des éléments chimiques et nutritifs nécessaires à la vie, dans le cratère Gale, depuis au moins des dizaines de millions d'années. Le cratère contenait autrefois un lac, dont la taille a varié au fil du temps.

Le rover traverse actuellement un canyon qui marque la transition vers une région qui se serait formée lorsque l'eau s'est asséchée, laissant derrière elle des sulfates.

Il y a donc eu des changements spectaculaires dans l'ancien climat martien.

La question est de savoir si les conditions d'habitabilité que Curiosity a trouvées jusqu'à présent ont persisté malgré ces changements. Ont-elles disparu pour ne jamais revenir, ou sont-elles allées et venues pendant des millions d'années ?

Les scientifiques prévoient de commander au rover de passer les prochaines années à explorer la zone riche en sulfates.

La longévité de Curiosity s'explique par les tests que font les techniciens du JPL et les procédures qu'ils mettent au point avant d'envoyer des engins vers Mars, mais aussi une fois sur place. Le processus de forage robotisé de Curiosity, par exemple, a été réinventé plusieurs fois depuis son atterrissage. Pour minimiser les dommages causés aux roues, les ingénieurs gardent un œil sur les endroits dangereux et ont développé un algorithme de contrôle de la traction.

L'équipe a adopté une approche similaire pour gérer la lente diminution de l'énergie du rover. Curiosity s'appuie sur une batterie à



▲ Image prise par Curiosity le 9 septembre 2015, montrant la région vers laquelle il se dirigeait. Il est passé récemment près du rocher indiqué en jaune. Il a ensuite traversé la passe « Paratēpy Pass » plus à gauche. (NASA/JPL-Caltech)

▼ Autoportrait de Curiosity fait au moyen de la caméra MAHLI au jour sol 177 (3 février 2013). (NASA)



énergie nucléaire à longue durée de vie plutôt que sur des panneaux solaires pour continuer à rouler. En raison de la désintégration progressive des pastilles, le rover ne peut plus faire autant de choses qu'au cours de sa première année.

Grâce à une planification minutieuse et à des innovations techniques, l'équipe a toutes les raisons de croire que le rover a encore des années d'exploration devant lui.

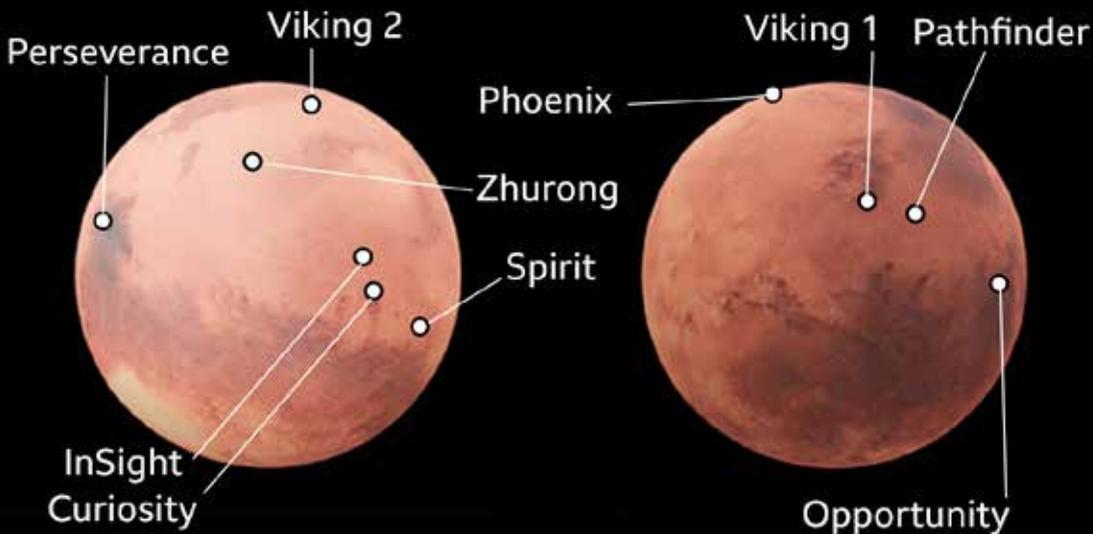
Jusqu'à présent, cinq rovers ont succédé à Sojourner (le tout premier engin à se déplacer sur le sol martien) : quatre américains et un chinois. En plus de Curiosity, il y avait eu les deux MER (Mars Exploration Rover), Spirit et Opportunity. Le premier, actif de 2004 à 2009, a parcouru 7,7 km avant de s'enliser dans une dune. Son jumeau s'est montré beaucoup plus résistant que lui puisqu'il est resté actif pendant plus de quatorze ans, parcourant plus de

45 km. Il a été mis en sommeil par la NASA le 10 juin 2018 à la suite de violentes tempêtes qui ont encrassé ses panneaux solaires.

Perseverance s'est posé le 18 février 2021 dans le cratère Jezero. Avec une architecture proche de celle de son prédécesseur, Perseverance possède davantage d'instruments scientifiques lui permettant de découvrir des traces de vie.

Zhurong est le premier rover martien chinois appartenant à la mission Tianwen-1 lancée vers Mars le 23 juillet 2020. Il s'est posé le 14 mai 2021, faisant de la Chine le deuxième pays après les États-Unis à réussir un atterrissage sur Mars et à établir des communications depuis la surface martienne.

*Sites d'atterrissage sur la Planète rouge.
(NASA)*



Anniversaires pour Voyager

Basé sur des communiqués NASA/JPL

Lancées en 1977, les deux sondes Voyager sont la mission la plus ancienne de la NASA. Elles ont inspiré le monde entier par leurs visites pionnières de Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

Les deux sondes Voyager de la NASA sont devenues, d'une certaine manière, des capsules temporelles de leur époque : elles transportent chacune un magnétophone à huit pistes pour enregistrer les données, elles ont environ 3 millions de fois moins de mémoire que les téléphones portables modernes et elles transmettent les données des dizaines de milliers de fois plus lentement qu'une bonne connexion internet actuelle.

Pourtant, les Voyager restent à la pointe de l'exploration spatiale. Elles sont les seules sondes à avoir jamais exploré l'espace interstellaire – l'océan galactique que traversent le Soleil et ses planètes.

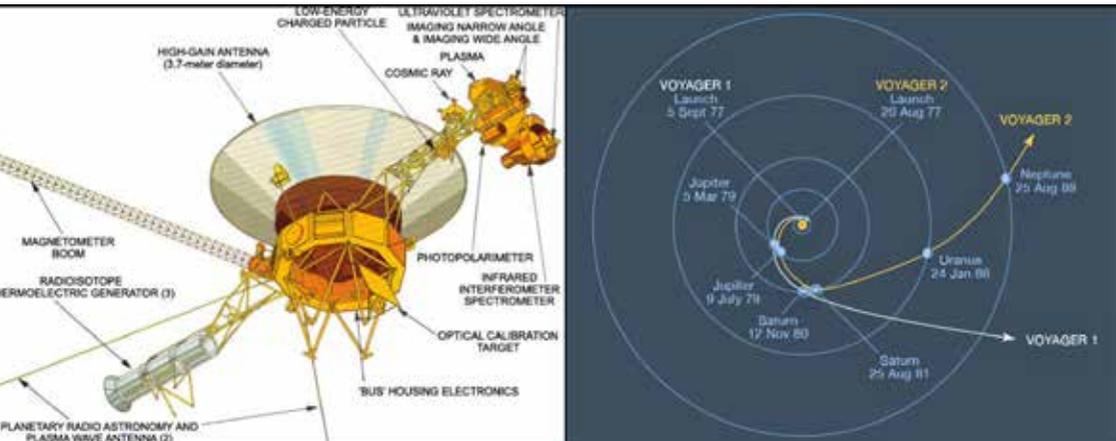
Le Soleil et les planètes résident dans l'héliosphère, une bulle protectrice créée par le champ magnétique du Soleil et le flux sortant du vent solaire (particules chargées provenant du Soleil). Les chercheurs combinent les observations de Voyager avec les données de missions plus récentes pour obtenir une image

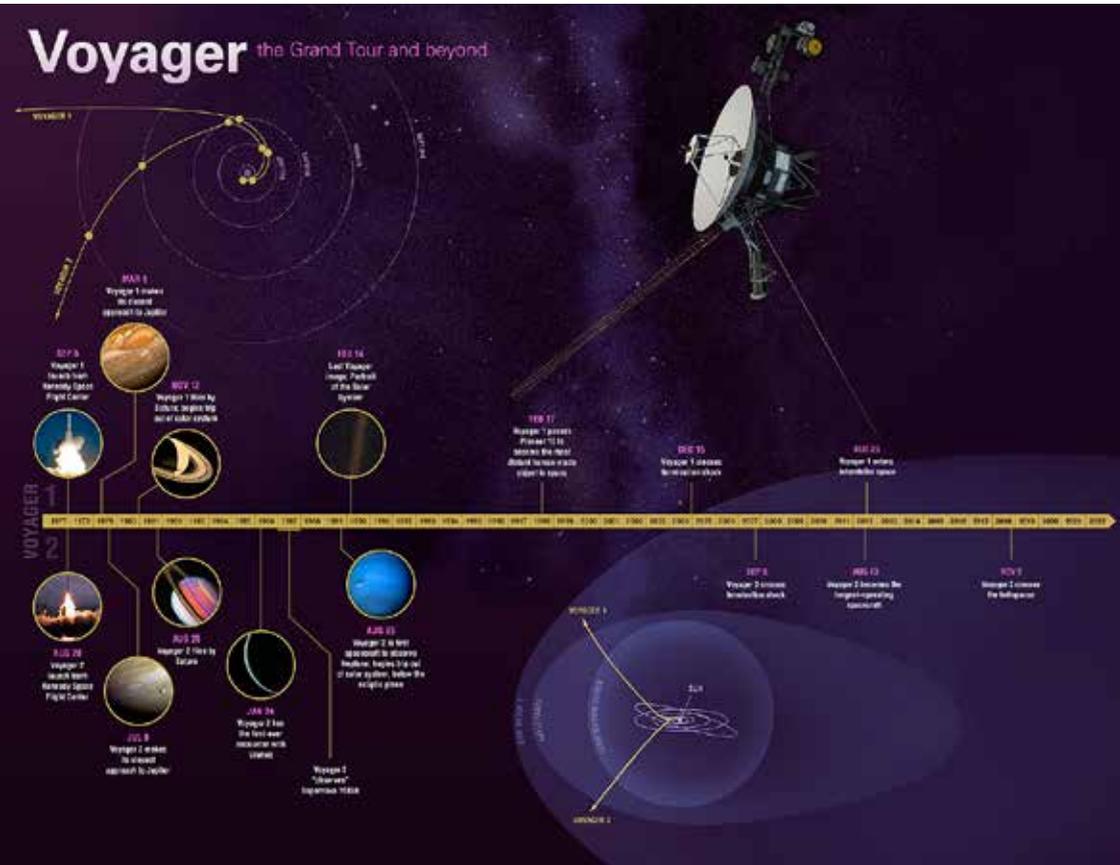
plus complète de la façon dont l'héliosphère interagit avec l'espace interstellaire.

Une flotte de missions solaires fournit des informations inestimables sur notre étoile, qu'il s'agisse de la compréhension de la couronne, ou de l'examen des effets du Soleil dans tout le Système solaire, y compris sur Terre, dans notre atmosphère et dans l'espace interstellaire. Au cours des 45 dernières années, les missions Voyager ont joué un rôle essentiel dans l'acquisition de ces connaissances et ont contribué à modifier notre compréhension du Soleil et de son influence comme aucun autre engin spatial ne peut le faire.

Les Voyager sont également des ambassadeurs, chacun d'entre eux transportant un disque gravé contenant des images de la vie sur Terre, des diagrammes des principes scientifiques de base et des enregistrements audio comprenant des sons de la nature, des salutations en plusieurs langues et de la musique. Au rythme où l'or se désintègre dans l'espace et est érodé par le rayonnement cosmique, les disques dureront plus d'un milliard d'années.

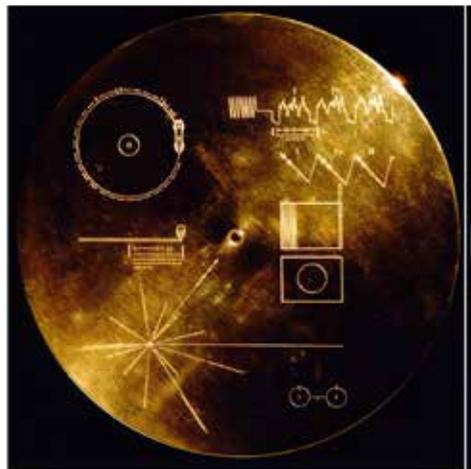
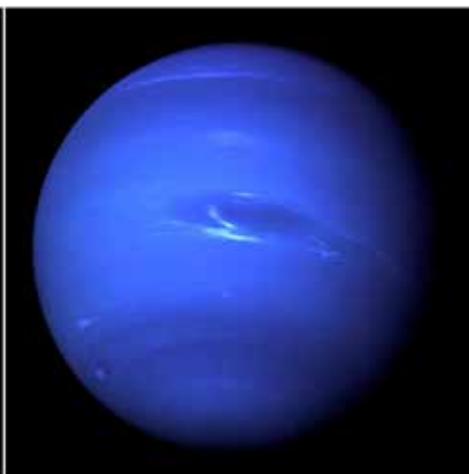
Vue schématique des instruments de Voyager et trajectoires des sondes. (NASA)





Chaque Voyager est alimenté par un générateur thermoélectrique à radio-isotopes contenant du plutonium qui dégage de la chaleur convertie en électricité. Par suite de sa désintégration, la quantité de plutonium diminue inexorablement, ainsi que la chaleur dégagée. Les Voyager perdent ainsi peu à peu de la puissance. Pour compenser, l'équipe a éteint tous les systèmes non essentiels et certains systèmes considérés autrefois comme essentiels, notamment les appareils de chauffage qui protègent les instruments encore opérationnels des températures glaciales de l'espace. Les cinq instruments dont les chauffages ont été éteints depuis 2019 fonctionnent toujours, malgré des températures bien inférieures aux températures les plus basses auxquelles ils ont été testés.

Voyager 1 et 2 ont accompli beaucoup de choses depuis leur lancement en 1977. Cette infographie met en évidence les principales étapes de la mission, notamment la visite des quatre planètes extérieures et la sortie de l'héliosphère. (NASA/JPL-Caltech)



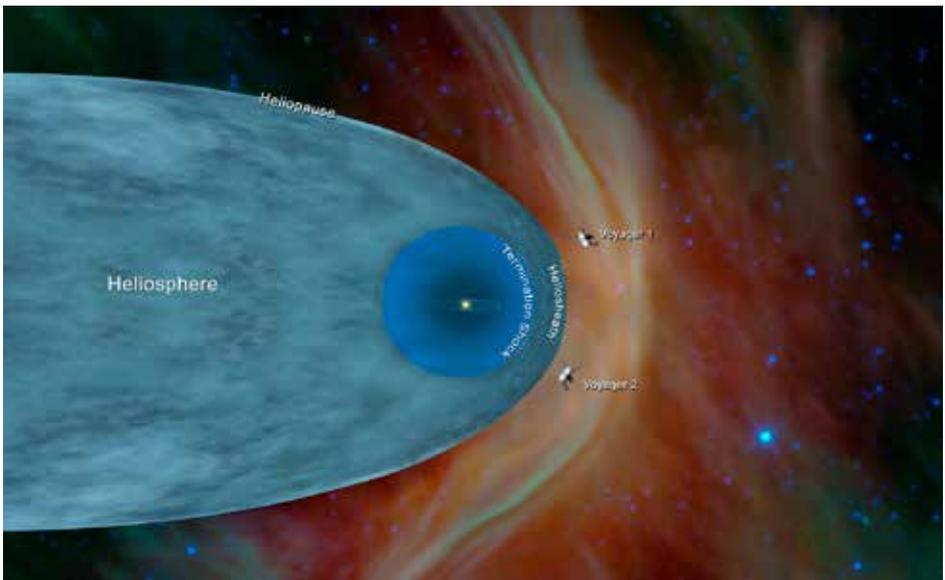
Page précédente :

Les planètes géantes.

Voyager 2 a été lancée le 20 août 1977, suivie rapidement par Voyager 1 le 5 septembre. Les deux sondes se sont dirigées vers Jupiter et Saturne, Voyager 1 se déplaçant plus rapidement et les atteignant en premier. Ensemble, les sondes ont permis d'en apprendre beaucoup sur les deux plus grosses planètes du Système solaire et leurs lunes. Voyager 2 est également devenu le premier et le seul vaisseau spatial à s'approcher d'Uranus (en 1986) et de Neptune (en 1989), offrant à l'humanité des vues remarquables de ces mondes lointains.

En bas, les disques d'or embarqués par les deux sondes à l'intention d'aliens. (NASA/JPL-Caltech)

Ci-dessous, une illustration montrant Voyager 1 et 2 en dehors de l'héliosphère, cette bulle protectrice créée par le Soleil et qui s'étend bien au-delà de l'orbite de Neptune. Pendant que Voyager 2 effectuait ses derniers survols, Voyager 1 se dirigeait déjà vers cette frontière. En la franchissant en 2012, Voyager 1 a découvert que l'héliosphère bloque 70% des rayons cosmiques, ces particules énergétiques créées par l'explosion d'étoiles. Voyager 2, après avoir terminé son exploration planétaire, a poursuivi sa route et est sortie de l'héliosphère en 2018. Les données combinées des deux sondes dans cette région ont remis en question les théories précédentes sur sa forme exacte. (NASA/JPL-Caltech)



Il y a 50 ans, Copernicus / OAO 3

Basé sur un communiqué NASA/Goddard

Le 21 août 1972, le satellite Copernicus de la NASA, le télescope spatial le plus lourd et le plus complexe de l'époque, a illuminé le ciel de Floride lors de son lancement depuis Cap Canaveral. Connu sous le sigle OAO 3 une fois en orbite, le satellite a été rebaptisé en l'honneur du 500^e anniversaire de la naissance de Nicolaus Copernic (1473-1543).

Équipé du plus grand télescope ultraviolet mis en orbite à l'époque ainsi que de quatre instruments à rayons X, Copernicus est l'ancêtre des grands satellites opérationnels comme l'observatoire spatial Swift/Neil Gehrels, qui observe le ciel dans le visible, l'ultraviolet et les rayons X.

Dans les premiers jours de la NASA, les astronomes ont insisté sur la nécessité d'effectuer des études dans l'ultraviolet (UV), qui ne pouvaient être réalisées depuis le sol, et cela est devenu l'objectif principal du programme OAO. Sur les quatre satellites lancés, l'un est tombé en panne après trois jours dans l'espace, et un autre n'a jamais atteint son orbite. OAO 2, lancé en 1968 et baptisé Stargazer, a fourni des années d'observations, notamment des spectres stellaires à basse résolution. Copernicus est allé encore plus loin, capturant des spectres avec des détails jusqu'à 200 fois meilleurs dans certains domaines de longueurs d'onde.

Le principal instrument à bord de Copernicus travaillait dans l'ultraviolet à l'aide d'un miroir de 80 cm, soit environ un tiers de celui de Hubble. L'instrument a produit un trésor d'informations sur le gaz interstellaire et les écoulements ionisés des étoiles chaudes. Sa première cible, une étoile nommée Zêta Ophiuchi, partiellement voilée par un nuage interstellaire, a montré une forte absorption des molécules d'hydro-

gène. Les mesures effectuées sur des dizaines d'autres étoiles ont confirmé une théorie selon laquelle la majeure partie de l'hydrogène des nuages de gaz existait sous cette forme.

Copernicus a découvert plusieurs pulsars à longue période, dont X Persei. Les pulsars – des étoiles à neutrons en rotation – envoient un faisceau de rayonnement dans notre direction à chaque tour. Les périodes sont généralement comprises entre quelques millièmes de seconde et quelques secondes. Curieusement, le pulsar X Persei tourne beaucoup plus tranquillement en 14 minutes.

Copernicus a effectué une surveillance à long terme des pulsars et d'autres sources, et a observé Nova Cygni 1975, une explosion sur la naine blanche d'un système binaire proche. L'expérience a permis de découvrir de curieuses variations de la luminosité X de Cygnus X-1, probablement causées par des amas denses de gaz froid qui s'éloignent de l'étoile. Le satellite a aussi enregistré des variations des rayons X provenant de la galaxie Centaurus A, alimentée par un trou noir et située à environ 12 millions d'années-lumière.

Copernicus a effectué des observations dans l'ultraviolet et les rayons X pendant 8 ans et demi avant d'être mis hors service en 1981, mais il est toujours en orbite autour de la Terre aujourd'hui. Il a quitté le devant de la scène de l'astronomie spatiale avec l'apparition d'observatoires plus avancés, notamment Einstein et l'International Ultraviolet Explorer lancé en 1978 et exploité pendant près de 19 ans.

Illustration de Copernicus en orbite.
(NASA)

