

Numéro 90

Avril - Mai 2020

[www.albireo78.com](http://www.albireo78.com)

Albireo<sup>78</sup>

# L'ALBIREOSCOPE

*New Horizons, une odysée vers Pluton...*

*les céphéïdes, la relation période-luminosité*

*Sadr*

# en couverture



## Vela, restes de supernova

*Arnaud, Patrick, Fabien, David*

**Constellation** : les Voiles

**Distance** : 2700 al

**Instrument** : Lunette 71 mm

**Acquisitions** : filtres HaORVB

**Total** : 28h 36, 746 images en 4 panneaux

**Date** : 2019

**Lieu** : Chili

Ces restes de supernova abritent un des pulsars les plus étudiés : le pulsar des Voiles. Un des tous premiers pulsars découvert vers la fin des années 1960 (avec le pulsar du Crabe). On pense que la supernova à l'origine du pulsar et des nébulosités qu'on observe maintenant a explosé il y a 11 000 ans, mais la méthode habituellement utilisée pour la datation, à partir du pulsar, ne s'applique peut-être pas à ce pulsar atypique...



# Sommaire

4



## New Horizons

*Michel*

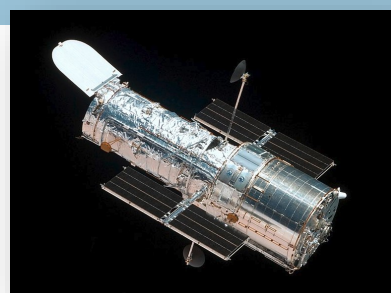
Une odyssée vers Pluton...

40

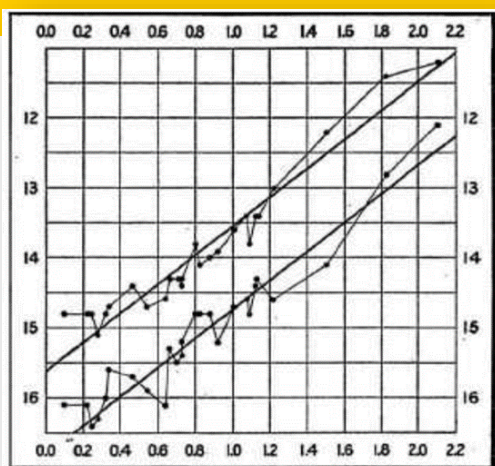
## C'est arrivé ce jour-là...

*lionel*

Des évènements en relation avec le monde de l'astronomie qui se sont déroulés en mai 1990, 1930, etc.



44



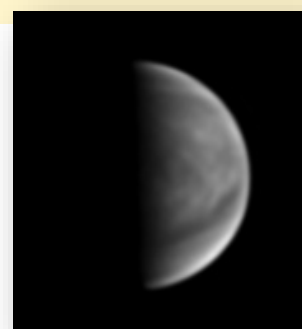
## les céphéides (2)

*lionel*

Des variations d'éclat qui mènent à la relation période-luminosité...

50

## Galerie photos





*C'est un voyage épique, périlleux et fascinant ! La destination ?*

*Pluton et les confins du Système Solaire.*

*Une grande, longue mission pour visiter la « neuvième » planète. Voilà une aventure qui va mener l'Humanité bien loin. Une mission pour collecter des images d'un monde mystérieux qui pourraient recéler les secrets de l'origine de notre système solaire. Des surprises attendues ? Oui, bien sûr, et ces surprises ne seront pas toutes bonnes mais le résultat va dépasser les espérances. Après un sauvetage in extremis, Pluton va apparaître enfin, et révéler un monde plus étrange que l'on n'aurait jamais imaginé.*



*19 janvier 2006 : 5... 4... 3... 2... 1... décollage !*

New Horizons est une sonde spatiale interplanétaire lancée dans le cadre du programme New Frontiers de la NASA ; à vrai dire, la mission New Horizons avait démarré avant la validation définitive du programme New Frontiers par le Congrès (CY 2002 et 2003). New Horizons est en somme le « grand-parent » des missions qui vont suivre comme Juno, Osirex-Rex, et Lunar South Pole-Aitken Basin Sample Return Mission, etc..

Conçu par le Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory (JHU APL) et le Southwest Research Institute (SwRI), avec une équipe dirigée par Alan Stern (Directeur des Recherches - NASA New Horizons), le



vaisseau spatial a été lancé en 2006, avec pour mission principale d'effectuer une étude de survol du système Pluton en 2015, et une mission secondaire pour survoler et étudier un ou plusieurs autres objets

(KBO) dans la décennie suivante, et qui est devenue une mission pour 486958 Arrokoth.

Le 19 janvier 2006, New Horizons a été lancé depuis la station de la Force Aérienne de Cap Canaveral par une fusée Atlas V, une fusée très puissante, capable de donner l'impulsion suffisante à la sonde pour s'échapper de l'attraction terrestre et aussi du Système Solaire, et rejoindre ainsi le palmarès de ses devancières, peu nombreuses : Pionner 10 lancée en 1972, Pionner 11 lancée en 1973 et Voyager 1 et 2 lancées en 1977. New Horizons a quitté la Terre avec une vitesse d'environ 16,26 km/s, soit pas loin de 58 500 km/h, ce qui en faisait à l'époque l'objet le plus rapide envoyé dans l'espace. A noter que la première sonde à s'échapper de la Terre était soviétique : Luna 1, lancée en 1959.



Ci-dessus, la fusée ATLAS V ULA (United Launch Alliance) sur le pas de tir 41 de Cap Canaveral en Floride, prête pour son décollage. A droite, la fusée en cours de préparation en 2005 : 5 boosters AJ-60A, un 1er étage booster, un 2ème étage Centaur, et un 3ème étage Star 48B. NB : ULA est un joint venture Lockheed / Boeing.

Toutes les sondes spatiales planétaires sont placées sur une trajectoire d'échappement par une fusée à plusieurs étages, et le dernier étage termine lui aussi sur une trajectoire similaire à celle de la sonde mais celle-ci possède des moteurs de correction de trajectoire qui permettent de modifier sa course dans l'espace et, par exemple, de lui faire profiter de l'assistance gravitationnelle d'une planète proche ; le 3ème étage de New Horizons, qui était équipé d'un moteur de fusée Star-48, a suivi une trajectoire presque similaire à la sonde pour le conduire aussi en dehors du Système Solaire ; il est passé à plus d'une UA de la sonde en croisant l'orbite de Pluton, mais 4 mois après celle-ci. Des masses « yo-yo » sur ressort ont été utilisées pour diminuer la rotation de la sonde avant la séparation du 3ème étage, puis libérées elles-aussi dans l'espace mais des objets aussi petits ne sont plus détectables de la Terre, et n'emportent pas, tout comme le 3ème étage, des systèmes de communication.



STAR 48 : moteur du 3ème étage pour propulser New Horizons vers Pluton.



## NEW HORIZONS

Masse au lancement : 478 kg  
 Masse sèche : 401 kg  
 Masse de la charge utile : 30,4 kg  
 Dimensions : 2,2 × 2,1 × 2,7 m  
 Puissance électrique : 245 watts

### Constructeurs :

- APL (Johns Hopkins Applied Physics Laboratory).
- SwRI (Southwest Research Institute).

### Energie à bord :

Un générateur thermoélectrique radio isotopique cylindrique (RTG) fait saillie dans le plan du triangle (on le voit bien sur ces photos ci-contre : le tube noir avec des ailettes). Le RTG a fourni 245,7 W de puissance au lancement et devait chuter d'environ 3,5 W chaque année, tombant à 202 W au moment de sa rencontre avec le système plutonien en 2015. Le RTG, modèle "GPHS-RTG", était à l'origine une rechange de la mission Cassini. Le RTG contient 9,75 kg de pastilles d'oxyde de plutonium-238. Chaque culot est recouvert d'iridium, puis enfermé dans une coque en graphite. Il a été développé par le Département américain de l'énergie au Complexe des matériaux et des carburants, qui fait partie du Laboratoire national de l'Idaho. La désintégration radioactive du plutonium sera trop faible pour alimenter les émetteurs radio vers les années 2030. Il n'y a pas de batteries intégrées car la sortie électrique du RTG est prévisible et les transitoires de charge sont gérées par une batterie de condensateurs et des disjoncteurs rapides. En janvier 2019, la puissance de sortie du RTG était d'environ 190 W. Tous les instruments scientifiques à bord de New Horizons ne peuvent pas fonctionner simultanément.

NB : la quantité de plutonium radioactif dans le RTG était d'environ un tiers de la quantité à bord de la sonde Cassini – Huygens lors de son lancement en 1997. Le lancement de Cassini avait été contesté par plusieurs organisations, en raison du risque qu'une telle quantité de plutonium soit rejetée dans l'atmosphère en cas d'accident. Le département américain de l'Énergie a estimé les risques d'un accident de lancement (qui libérerait des éléments radioactifs dans l'atmosphère) à 1 sur 350, et a surveillé le lancement en raison de l'inclusion d'un RTG à bord.

### Ordinateur de vol :

Le vaisseau spatial transporte deux systèmes informatiques : le système de commande et de traitement des données et le processeur de guidage et de contrôle. Chacun des deux systèmes est dupliqué pour la redondance,



En haut : la sonde New Horizons en cours de préparation finale au Kennedy Space Center, fin 2005.

En bas : comparatif de taille - la sonde est de la grandeur classique d'un piano à queue.



pour un total de quatre ordinateurs. Le processeur utilisé pour ses ordinateurs de vol est le Mongoose-V, une version durcie aux radiations du CPU MIPS R3000 (processeur RISC à fréquence de 12 MHz). Plusieurs horloges redondantes et routines de synchronisation sont implémentées dans le matériel et les logiciels pour aider à prévenir les pannes et les temps d'arrêt. Pour conserver la chaleur et la masse, le vaisseau spatial et l'électronique des instruments sont logés ensemble dans des IEM (modules électroniques intégrés). Il existe deux IEM redondants. Y compris d'autres fonctions telles que les instruments et l'électronique radio ; chaque IEM contient 9 cartes. Le logiciel de la sonde fonctionne sur le système d'exploitation Nucleus RTOS.

Il y a eu deux événements de mise en sécurité, qui ont mis le vaisseau spatial en mode « sans échec » et nous en parlerons par la suite.

### Télécommunications et traitement des données :

La communication avec le vaisseau spatial se fait dans la bande X (8 à 12 GHz : longue portée). L'engin avait un

débit de communication de 38 kbit/s près de Jupiter ; mais à la distance de Pluton, un débit d'environ 1 kbit/s par émetteur était attendu. Outre le faible débit de données, la distance de Pluton entraîne également une latence d'environ 4,5 heures (unidirectionnelle). Les antennes du réseau de l'espace profond DSN (Deep Space Network) de la NASA (Goldstone, Madrid, et Canberra) sont utilisées pour relayer les commandes une fois au-delà de Jupiter. Le vaisseau spatial utilise des émetteurs et des récepteurs à redondance modulaire double, et une polarisation circulaire à droite ou à gauche. Le signal de liaison descendante est amplifié par deux amplificateurs à tube à ondes progressives (TOP) redondants de 12 watts montés sur le corps, sous la parabole. Les récepteurs sont de nouvelle conception à faible puissance. Le système peut être contrôlé pour alimenter les deux TOP en même temps et transmettre un signal de liaison descendante à double polarisation au DSN, ce qui double presque le débit de liaison descendante. Les tests DSN au début de la mission avec cette technique de combinaison à double polarisation ont été couronnés de succès, et la capacité est considérée comme opérationnelle (lorsque le budget de puissance du vaisseau spatial permet d'alimenter les deux TOP).



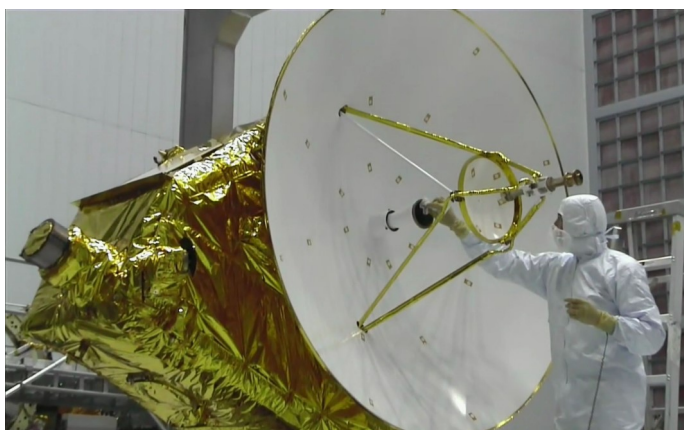
Les antennes de New Horizons en cours de câblage (JHU APL).

En plus de l'antenne à gain élevé, il existe deux antennes de secours à faible gain et une antenne à gain moyen. La parabole à gain élevé a une disposition de réflecteur Cassegrain, une construction composite, de 2,1 mètres de diamètre offrant plus de 42 dBi (i : isotropique) de gain et une largeur de faisceau à demi-puissance d'environ un degré. L'antenne à gain moyen est à mise au point principale, avec une ouverture de 0,3 mètre et une largeur de faisceau à demi puissance de  $10^\circ$  ; elle est montée à l'arrière du réflecteur secondaire de l'antenne à gain élevé. L'antenne avant à faible gain est empilée au sommet de l'alimentation de l'antenne à gain moyen. L'antenne arrière à faible gain est montée dans l'adaptateur de lancement à l'arrière de l'engin spatial. Cette antenne n'était utilisée que pour les premières phases de la mission près de la Terre, juste après le lancement et pour les urgences si le vaisseau spatial avait perdu le contrôle de son attitude.



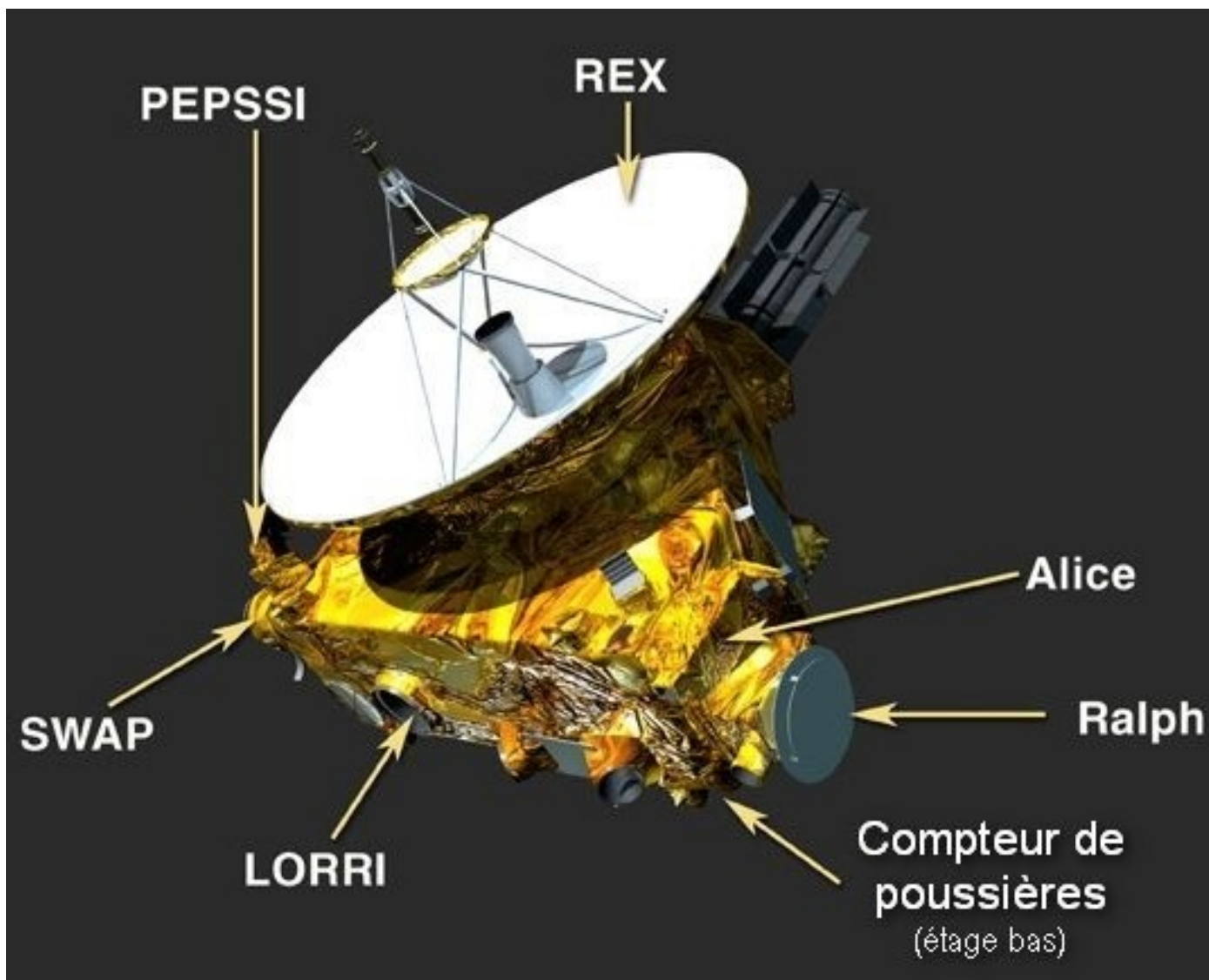
Le réseau DSN de la NASA : la station de Madrid.

New Horizons enregistre les données des instruments scientifiques dans sa mémoire à semi-conducteurs puis transmet les données à la Terre. Le stockage des données se fait sur deux mémoires basse consommation (principale et sauvegarde) ; chaque mémoire a une capacité de 8 Go. En raison de la distance extrême de Pluton et de la ceinture de Kuiper, une seule charge tampon lors du survol d'une planète ou d'un objet céleste peut être enregistrée. En effet, New Horizons a besoin d'environ 16 mois après avoir quitté les environs de Pluton pour transmettre la totalité des données mémorisées à la Terre. À la distance de Pluton, les signaux radio de la sonde spatiale vers la Terre mettent déjà quatre heures et 25 minutes pour parcourir 4,7 milliards de kilomètres d'espace. Le retard entre la collecte et la transmission des données s'explique en partie par le fait que toute l'instrumentation New Horizons est montée sur le corps. Pour que les « caméras » puissent enregistrer des données, la sonde entière doit tourner et le faisceau d'un degré de large de l'antenne à gain élevé ne pointerait pas vers la Terre. Les engins spatiaux précédents, tels que les sondes du programme Voyager, avaient une plate-forme d'instrumentation rotative (une "plate-forme à balayage") qui pouvait prendre des mesures sous pratiquement n'importe quel angle sans perdre le contact radio avec la Terre. New Horizons a été mécaniquement simplifié pour gagner du poids, raccourcir le calendrier et améliorer la fiabilité au cours de sa durée de vie prévue de 15 ans.



A plus de 4 milliards de km, il faudra bien orienter l'antenne pour communiquer avec la Terre...

## La charge utile scientifique, les instruments :



New Horizons possède sept instruments : trois instruments optiques, deux instruments à plasma, un compteur de poussières et un récepteur radio / radiomètre scientifique. Les instruments seront utilisés pour étudier la géologie globale, la composition de la surface, la température de surface, la pression atmosphérique, la température et le taux de fuite atmosphérique de Pluton et de ses lunes. On sait que tous les instruments ne fonctionnent pas simultanément. De plus, New Horizons possède un sous-système d'oscillateur ultrastable, qui peut être utilisé pour étudier et tester l'anomalie Pioneer en fin de vie de l'engin spatial (test des lois de la mécanique céleste).

**LORRI** : Long-Range Reconnaissance Imager, est un imageur à longue focale, avec CCD monochromatique conçu pour la haute résolution et la sensibilité aux longueurs d'onde visibles. Le CCD est refroidi bien en dessous de zéro par un radiateur passif sur la face antisolaire de l'engin spatial. Le différentiel de température nécessite une bonne isolation du reste de la structure.

Les miroirs Ritchey-Chretien à ouverture de 208,3 mm et la structure de mesure sont en carbure de silicium pour augmenter la rigidité, réduire le poids et empêcher le gauchissement à basse température. Les éléments optiques reposent dans un écran lumineux composite et sont montés avec du titane et de la fibre de verre pour

l'isolation thermique. La masse totale est de 8,6 kg, avec l'ensemble de tube optique (OTA) pesant environ 5,6 kg, pour l'un des plus grands télescopes en carbure de silicium piloté à l'époque (dépassé par Herschel). LORRI,



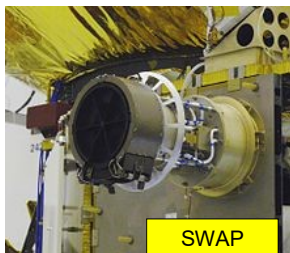
Installation de LORRI (JH APL)

est un télescope puissant pour cartographier la face cachée de Pluton, et fournir des données géologiques à haute résolution.



Il est à noter que la plupart des instruments peuvent assurer une redondance, un « backup », pour les autres, ceci en dehors de leur intérêt scientifique initial choisi par la NASA : une volonté de l'équipe New Horizons qui a travaillé sur ce projet.

**SWAP** : Solar Wind Around Pluto, est un analyseur électrostatique, et un analyseur de potentiel retardateur (RPA), qui constitue l'un des deux instruments plasma de New Horizons avec la suite de spectromètres de particules à haute énergie (PAM), l'autre étant le PEPSSI. SWAP va mesurer la vitesse de fuite de l'atmosphère plutonienne, et l'interaction entre Pluton et le vent solaire.



SWAP



Le 5 octobre 2005, Mike Lynch du Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory (Laurel, Maryland) et Benjamin Rodriguez du Southwest Research Institute réinstallent SWAP après le transport de New Horizons au Kennedy Space Center. SWAP avait été démonté pour une maintenance et l'ajout de nouveaux détecteurs. Visible au dessus, se trouve PEPSSI, et à droite on reconnaît le télescope LORRI. Les caméras de navigation sont recouvertes d'une protection rouge.

**PEPSSI** : Pluto Energetic Particle Spectrometer Science Investigation, est un spectromètre pour par-

Mike Lynch, Carlos Castillo et Jim Hutcherson (JH APL) appliquent du « kapton » qui assure l'isolation thermique entre le corps de New Horizons et PEPSSI.



ticules à haute énergie ; il mesure la composition et la densité du plasma s'échappant de l'atmosphère plutonienne. La gamme d'énergie va jusque 1 MeV,

alors que SWAP se limite à 6,5 keV.

**ALICE** : est un spectromètre imageur ultraviolet pour analyser la composition de l'atmosphère de Pluton (et de Charon), et des objets de la ceinture de Kuiper. Cet instrument est dérivé d'une autre ALICE à bord du vaisseau spatial Rosetta de

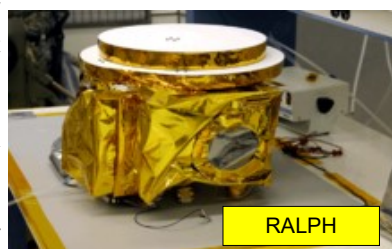


Les techniciens du Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory installent Alice.

**Johns Hopkins University** est une université privée dédiée à la recherche, sise à Baltimore (Maryland). Elle a été fondée en 1876 par l'américain Johns Hopkins, entrepreneur, abolitionniste, et philanthrope qui a fait un don équivalent à environ 150 millions de dollars d'aujourd'hui. La moitié de cette somme a financé le Johns Hopkins Hospital.

l'ESA. Par cet instrument, la NASA a confirmé la présence d'une « paroi d'hydrogène » aux extrémités du Système Solaire, détectée en 1992 par les vaisseaux Voyager.

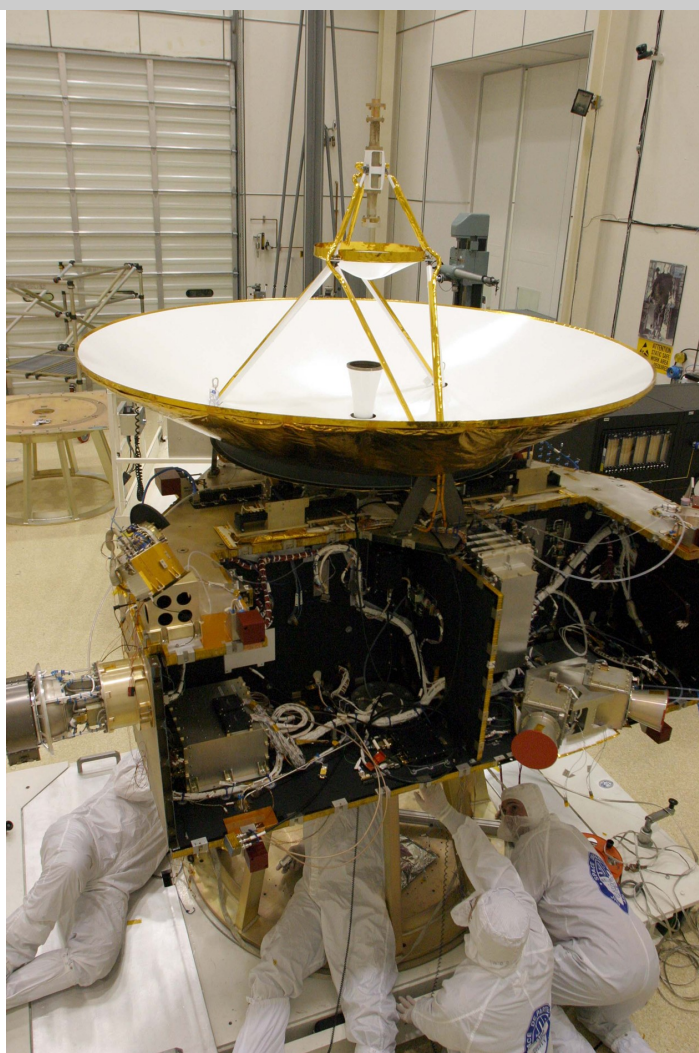
**RALPH** : est un imageur/spectromètre infrarouge et dans le domaine visible. Ralph a une ouverture de 75 mm et dispose de deux canaux distincts : MVIC (Multispectral Visible Imaging Camera), imageur CCD dans le visible, et LEISA (Linear Etalon Imaging Spectral Array) pour l'infrarouge.



RALPH

*NB : Ralph est le mari d'Alice de la série TV américaine des années 1950 : « the Honeymooners », qui ont donné leurs noms à ces instruments.*

**REX** : Radio Science EXperiment, mesure la composition atmosphérique et la température ; l'expérience Radio Science (REX) a utilisé un oscillateur à cristal ultrastable (essentiellement un cristal calibré dans un four miniature) et quelques appareils électroniques supplémentaires pour mener des recherches en radio science en utilisant les canaux de communication (Stanford University).



Le 13 avril 2005, l'équipe de techniciens de JHU APL à Laurel (Maryland) déplace l'assemblage des antennes pour les radiocommunications vers la structure d'accueil de New Horizons pour son installation. Cet ensemble, le plus important et proéminent du vaisseau spatial comprend les antennes à grand, médium et bas gain. L'antenne à grand gain est cette grande « soucoupe » de 2,1 m de diamètre montée au plus près du corps de New Horizons, associée à un « miroir » réflecteur monté à l'arrière du réflecteur de l'antenne à gain médium.

Sont visibles à l'arrière de l'engin spatial, à partir de la gauche : SWAP, PEPSSI et LORRI, ainsi que les caméras de navigation suivies des étoiles (avec capuchons rouges de protection).

Cette conception empilée offre un champ de vision clair pour l'antenne à faible gain, tout en fournissant un support structurel aux antennes réflecteurs à gain élevé et moyen. L'antenne est également un élément clé de l'expérience radio scientifique de la mission nommée REX, qui aidera les scientifiques à comprendre la structure de l'atmosphère de Pluton en examinant comment les signaux radio changent lorsqu'ils sont envoyés de la Terre et se déplacent dans l'atmosphère de Pluton.

**SDC** : est un compteur de poussières qui a été construit par des étudiants de l'Université du Colorado à Boulder.



Il mesure la poussière qui « saupoudre » la trajectoire de la sonde dans l'espace et il est toujours activé pour mesurer les masses des particules de poussière interplanétaires et interstellaires (dans la

gamme des nano et picogrammes) lorsqu'elles entrent en collision avec les panneaux détecteurs montés sur le vaisseau spatial. La surface collectrice fait 0,125 m<sup>2</sup>. Les données mesurées devraient contribuer grandement à la compréhension des spectres de poussière du système solaire. Les spectres de poussière peuvent ensuite être comparés à ceux des observations d'autres étoiles, donnant de nouveaux indices quant à l'emplacement des planètes semblables à la Terre dans l'univers.

Le compteur de poussières porte le nom de Venetia Burney, qui a suggéré le nom « Pluton » à l'âge de 11 ans.

### Les grandes Lignes de la mission New Horizons sont :

- Cartographier la composition de la surface de Pluton et Charon.
- Caractériser la géologie et la morphologie de Pluton et Charon.
- Caractériser l'atmosphère de Pluton et son taux de fuite.
- Rechercher une atmosphère autour de Charon.
- Établir des cartes des températures de surface sur Pluton et Charon.
- Rechercher des anneaux et des satellites supplémentaires autour de Pluton.
- Mener des enquêtes similaires sur un ou plusieurs objets de la ceinture de Kuiper.

Le logo de la mission  
NEW HORIZONS



## Historique de la mission New Horizons

En août 1992, Robert Staehle, un scientifique du JPL (Jet Propulsion Laboratory), a appelé Clyde Tombaugh, le découvreur de Pluton, pour lui demander la permission de visiter sa planète. « *Je lui ai dit qu'il était le bienvenu* », se souviendra Tombaugh plus tard.



L'appel a finalement conduit à une série de propositions de missions vers Pluton, qui va se terminer par la mission New Horizons.

**Clyde Tombaugh**  
(1906-1997)  
à l'observatoire de Flagstaff

Stamatios Krimigis, chef de la division spatiale du Laboratoire de Physique Appliquée, l'un des nombreux participants au concours du programme New Frontiers, a formé l'équipe New Horizons avec Alan Stern en décembre 2000. Nommé chercheur principal du projet, Stern a été décrit par Krimigis comme « *la personnification de la mission de Pluton* ». New Horizons était basé en grande partie sur le travail de Stern depuis Pluton 350 et impliquait la plupart de l'équipe de Pluto Kuiper Express. La proposition de New Horizons était l'une des cinq qui ont été officiellement soumises à la NASA. Il a ensuite été sélectionné comme l'un des deux finalistes à faire l'objet d'une étude de concept de trois mois, en juin 2001. L'autre finaliste, POSSE (Pluton and Outer Solar System Explorer), était un concept de mission vers Pluton distinct, mais similaire, de l'Université du Colorado Boulder, dirigé par le chercheur principal Larry W. Esposito, et soutenu par le JPL, Lockheed Martin et l'Université de Californie. Cependant, l'APL, en plus d'être soutenu par les développeurs de Pluto Kuiper Express au Goddard Space Flight Center et à l'Université de Stanford, était avantage. Ils avaient récemment développé NEAR Shoemaker pour la NASA, qui avait réussi à entrer en

**NEAR Shoemaker**, Near Earth Asteroid Rendezvous était la première mission du programme « Discovery » de la NASA, qui consistait en des missions spatiales peu onéreuses et très ciblées de 1992 à 2011, précurseur de New Frontiers. Objectif : rencontrer l'astéroïde 433 EROS (classe S) passant à environ 355 millions de km de la Terre. Premier vaisseau reposant sur l'usage de panneaux solaires pour orbiter au-delà de l'orbite de Mars, il a été lancé le 17 février 1996 du pas de tir 17B de Cap Canaveral, pour étudier la morphologie, la géologie, la distribution de masse et le champ magnétique de l'objet survolé. Sur sa trajectoire, il a survolé l'astéroïde 253 Mathilde le 27 juin 1997 à 1 200 km et après un passage près de la Terre pour assistance gravitationnelle, il orbitera autour d'EROS à partir de février 2000 en envoyant de nombreuses données scientifiques sur ce corps céleste. Il va finir par se poser sur l'astéroïde le 12 février 2001 à la vitesse de 6,4 km/h, et va mourir de froid le 28 février.

orbite autour de 433 EROS plus tôt dans l'année, pour atterrir un peu plus tard, en fanfare, sur l'astéroïde : une prouesse scientifique et technique.

En novembre 2001, New Horizons a été officiellement sélectionné pour un financement dans le cadre du programme New Frontiers. Cependant, le nouvel administrateur de la NASA nommé par l'administration Bush, Sean O'Keefe, n'était pas favorable à New Horizons et l'a effectivement annulé en ne l'incluant pas dans le budget de la NASA pour 2003. L'administrateur associé de la NASA pour la direction de la mission scientifique Ed Weiler a invité Stern à faire pression pour le financement de New Horizons, dans l'espoir que la mission apparaisse dans le Planetary Science Decadal Survey (une "liste de souhaits" prioritaire, compilée par le National Research Council des États-Unis, qui reflète les opinions de la communauté scientifique). Après une campagne intense pour obtenir le soutien de New Horizons, le Planetary Science Decadal Survey de 2003-2013 a été publié à l'été 2002. New Horizons est arrivé en tête de liste des projets considérés comme de la plus haute priorité parmi la communauté scientifique, dans la catégorie de taille moyenne et cela avant les missions sur la Lune, et même Jupiter. Le financement de la mission a finalement été obtenu après la publication du rapport, et l'équipe de Stern a donc pu commencer à construire le vaisseau spatial et ses instruments, avec un lancement prévu en janvier 2006 et une arrivée à Pluton en 2015. Alice



Alice Bowman, Directrice des Opérations au centre de contrôle de la mission New Horizons

Bowman est devenue Directrice des Opérations de la mission (Mission Operations Manager : MOM).

Le coût de la mission a été évalué à environ 700 millions de dollars sur 15 ans (2001-2016) qui comprend : le développement des engins spatiaux et des instruments, les lanceurs, les opérations de la mission, l'analyse des données et l'éducation avec la sensibilisation du public. Comparé au coût des opérations militaires, et on ne le dira jamais assez, ce n'est qu'une goutte d'eau dans la mare.

New Horizons s'est donc envolé vers Pluton le 19 janvier 2006 et c'était la troisième tentative, après des reports dus aux mauvais temps ; mais le 19 janvier, le ciel était tout bleu à 2 p.m. EST (heure locale). La fusée va permettre de passer l'orbite lunaire en seulement neuf heures, et joindre celle de Jupiter 13 mois après.



19 janvier 2006 à 14 h, heure locale, New Horizons s'élance dans le ciel de Cap Canaveral. Entre les mâts de protection foudre qui entourent la rampe de lancement, le vaisseau spatial New Horizons de la NASA s'envole dans le ciel bleu à bord d'une fusée Atlas V crachant des flammes et de la fumée. La sonde compacte de la taille d'un piano bénéficiera du coup de pouce de moteurs à propergol solide pour son voyage vers Pluton. New Horizons sera le vaisseau spatial le plus rapide jamais lancé, atteignant la distance de l'orbite lunaire en seulement neuf heures et dépassant Jupiter 13 mois plus tard. Le lancement à ce moment permet à New Horizons de survoler Jupiter au début de 2007 et d'utiliser la gravité de la planète comme une fronde vers Pluton. Le survol de Jupiter réduit le voyage à Pluton de cinq ans au maximum et offre la possibilité de tester les instruments et les capacités de survol du vaisseau spatial sur le système jupitérien.

Après la séparation du lanceur, le contrôle général a été pris par le Mission Operations Center (MOC) du laboratoire de physique appliquée à Laurel dans le Maryland.



Vue partielle de la salle de contrôle

New Horizons était initialement prévu comme un voyage vers la seule planète inexplorée du système solaire. Lorsque le vaisseau spatial a été lancé, Pluton était toujours classée comme une planète ; cependant, quelques années plus tard, Pluton allait être reclassée comme planète naine par l'Union Astronomique Internationale (UAI). Certains membres de l'équipe de New Horizons, dont Alan Stern, ne sont pas d'accord avec la définition de l'UAI et décrivent toujours Pluton comme la neuvième planète. Les satellites de Pluton Nix et Hydra ont également un lien avec le vaisseau spatial : les premières lettres de leurs noms (N et H) sont les initiales de New Horizons. Les découvreurs des lunes ont choisi ces noms pour cette raison, ainsi que la relation de Nix et Hydra avec la mythologie Pluton.

En plus de l'équipement scientifique, il existe plusieurs artefacts culturels voyageant avec le vaisseau spatial. Ceux-ci incluent une collection de 434 738 noms gravés sur un disque compact, une pièce en composite de SpaceShipOne, un timbre USPS "Not Yet Explored" (pas encore exploré), et un drapeau des États-Unis, ainsi que d'autres souvenirs :

environ 30 grammes des cendres de Clyde Tombaugh



sont à bord du vaisseau spatial, pour commémorer sa découverte de Pluton en 1930.

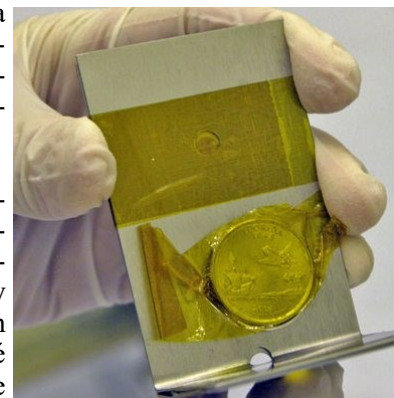


L'un des équipements scientifiques (le compteur de poussières) porte le nom de Venetia Burney, qui a suggéré le nom "Pluton" après sa découverte ;

#### Venetia Burney (1918-2009)

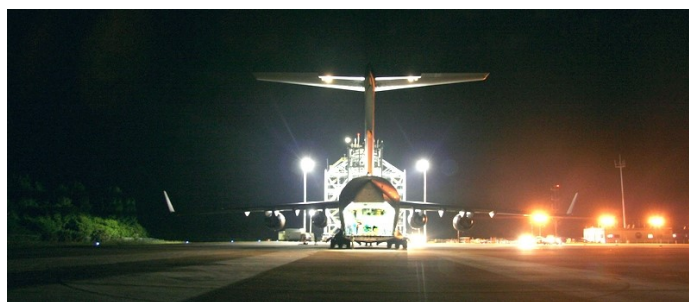
Venetia, qui habitait Oxford à cette époque, avait 11 ans quand elle a été créditée par Clyde Tombaugh de lui avoir suggéré le nom *Pluto* (Pluton) pour la planète qu'il avait découverte. Clyde Tombaugh aimait cette proposition car ce nom commençait avec les initiales de Percival Lowell qui avait prédit l'existence de la planète X.

un quarter, pièce de monnaie du quartier de l'État de Floride (25 cents), dont la conception commémore l'exploration humaine, est aussi incluse.



Le quarter a été habilement monté sur le vaisseau spatial New Horizons au Kennedy Space Center. Bien qu'il semble approprié que la mission inclue la pièce de monnaie de l'État qui symbolise l'exploration spatiale, elle servira également un objectif : les scientifiques utilisent le quarter comme poids d'équilibrage de rotation (il fallait bien une explication scientifique).

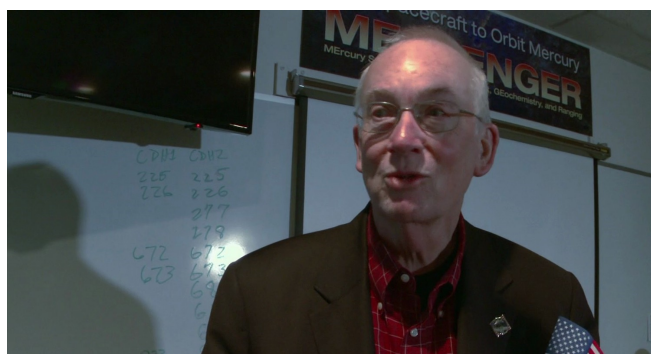
Lancé le 19 janvier 2006, New Horizons était arrivé au Kennedy Space Center (Floride) le 24 septembre 2005. Il avait fait le voyage à bord d'un C-17 Globemaster III. Le



lancement de New Horizons était initialement prévu pour le 11 janvier 2006, mais finalement retardé jusqu'au 17 janvier 2006, afin de permettre des inspections endoscopiques du réservoir de kérosène de l'Atlas V. De nouveaux retards liés à des conditions de plafond de nuages bas en aval, et des vents violents et des difficultés techniques - sans rapport avec la fusée elle-même - ont empêché le lancement pendant deux jours supplémentaires.

Bien qu'il y ait eu des opportunités de lancement de « secours » en février 2006 et février 2007, seuls les vingt-trois premiers jours de la fenêtre 2006 permettaient le survol de Jupiter. Tout lancement en dehors de cette période aurait obligé le vaisseau spatial à voler suivant une trajectoire directe mais plus lente vers Pluton, retardant sa rencontre de plusieurs années. Le pas de tir 41 est directement au sud du complexe de lancement de la navette spatiale 39 ; la fusée Atlas V a décollé à 19 h UTC, et le deuxième étage Centaur s'est mis en marche à 19h04 et 43 secondes, pendant 5 minutes et 25 secondes ; il s'est allumé à nouveau à 19h32 UTC pour brûler 9 minutes et 47 secondes ; le dernier étage ATK Star 48B s'est mis en marche à 19h42 et 37 secondes pendant une minute et 28 secondes. Cette combinaison d'allumages successifs a permis d'envoyer la sonde sur une trajectoire d'échappement solaire à 16,26 kilomètres par seconde (58 536 km/h). Ce fut le premier lancement de la configuration Atlas V 551, qui utilise cinq propulseurs boosters à propergol solide. Un des boosters avait dû être remplacé après avoir été endommagé lors du passage de l'ouragan Wilma qui avait balayé la Floride le 24 octobre 2005. Il y a toujours des imprévus malgré toutes les précautions prises...

Au Laboratoire de Physique Appliquée Johns Hopkins, l'heure n'est pas encore à la fête pour l'équipe New Horizons.



**Glen Fountain** (chef de projet NASA NEW HORIZONS)

Glen Fountain raconte : « quand la fusée a décollé, il y a eu une explosion de joie. Puis on a retenu notre souffle, car rien n'est gagné tant qu'on a pas reçu de la sonde le signal que tout va bien ».

Pour Alice Bowman, qui est la Directrice des Opérations de la mission :

« Il n'y a pas de mission tant que nous ne savons pas si la sonde communique avec la Terre ».



Et l'attente s'installe dans la salle de contrôle...



Bien que tous les problèmes identifiés par les équipes soient résolus, tout reste source d'inquiétude. Essayer d'anticiper

une multitude d'éventualités, c'est le défi principal des vols spatiaux... pas toujours facile.

Près d'une heure s'écoule et enfin les techniciens reçoivent le premier signal de NEW HORIZONS.



Les chercheurs se sont tournés les uns vers les autres en se disant : « c'est génial ! ». Cela a été un moment de joie intense partagé dans la salle de contrôle.



Alice Bowman : « Le meilleur moment, celui où la mission devient réalité ! »

Cette étape n'est que le premier défi d'une longue série qui va ponctuer un périple de près de 10 ans.



**Hal WEAVER**, planétologue

Hal Weaver : « 9 heures environ après son lancement, elle croisait déjà l'orbite de la Lune ! »

En effet, un trajet que les astronautes d'Apollo avaient effectué en 3 jours. Pourtant, même en voyageant à des milliers de km/h, New Horizons mettra plus de 9 ans à

atteindre sa destination. Elle explorera alors les confins du Système Solaire à plus de 5 milliards de km de la Terre, au-delà des planètes que nous connaissons :

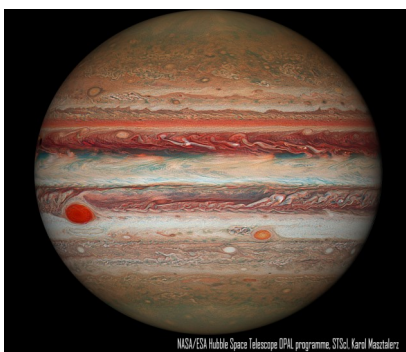
- **Mars**, et sa surface rocailleuse de couleur rouille :



Auto-portrait de Curiosity sur la surface martienne

- **Jupiter**, la géante gazeuse et sa puissante tempête :

Photos du télescope spatial Hubble →



NASA/ESA Hubble Space Telescope OPAL programme, STScI, Karol Wenczel

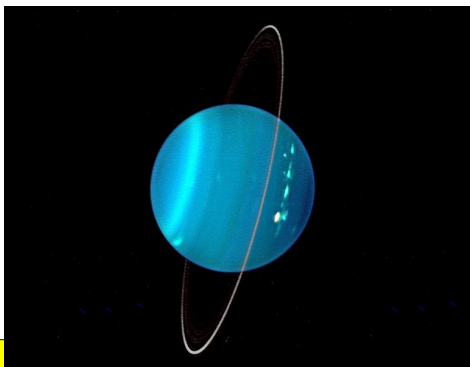
- **Saturne** et ses surprenants anneaux :



ESA/Hubble, NASA, A. Simon (GSFC), SOPAL Team, J. DePasquale (STScI) & L. Lamy (Obs. Paris)

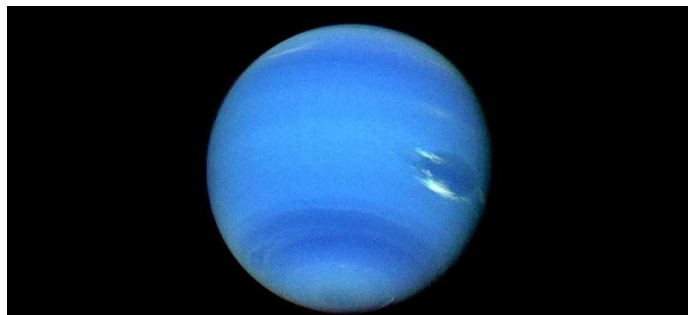
- **Uranus**

où des vents turbulents soufflent à plus de 800 km/h :



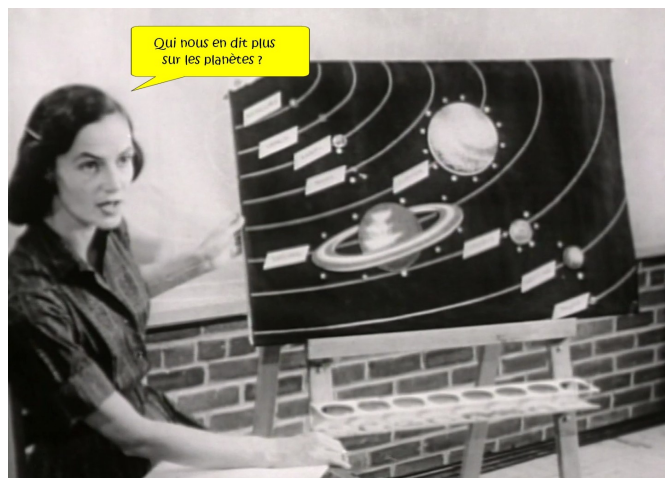
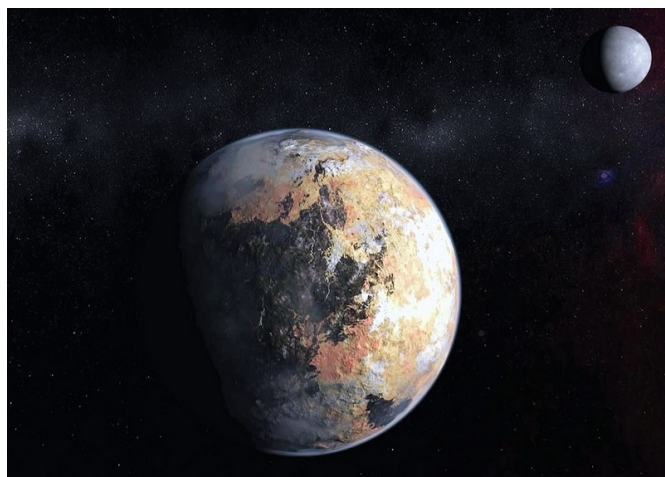
Uranus : photo prise par le télescope Keck

- **Neptune**, une planète si lointaine qu'il lui faut pas loin de 165 ans pour accomplir une révolution autour du Soleil :



NEPTUNE : photo prise par la sonde Voyager 2 le 14 août 1989, à 14,8 millions de km de la planète.

- Enfin, New Horizons atteindra Pluton, un monde que nous ne pouvions jusqu'alors représenter que par des moyens artistiques comme ici :



Dans les années 1950, les écoliers apprenaient que notre Système Solaire comptait 9 planètes ; Pluton était la dernière et la plus isolée, mais certainement pas la moins connue des jeunes américains.

Mike Brown (astronome) :

« on aimait tous Pluton, cette drôle de Planète à l'autre bout du Système Solaire ».



Les anglo-saxons sont particulièrement attachés à Pluton. Ils ne retrouvent pas le même degré de popularité, le même lien émotionnel, ni le même niveau d'intérêt pour Uranus ou pour Mercure ; Pluton captive l'attention des gens.



Sans doute est-ce dû à ce célèbre personnage de Disney :



Pluton en anglais se dit Pluto, or ce chien sympathique a été créé à peu près à l'époque où la planète a été découverte. Au fil des ans, nous avons appris à connaître Pluto... mais on ne peut pas en dire autant de cette mystérieuse petite planète.

En effet, Pluton et ses lunes n'ont été observées qu'à des milliards de km de distance, et les meilleures images ne sont que des taches floues. Le télescope spatial Hubble, instrument d'observation puissant et performant qui livre des clichés saisissants de galaxies lointaines, ne peut fournir que des images pixélisées de Pluton car

celle-ci n'est pas seulement éloignée, mais elle est également très petite ; pourtant, malgré cette piètre résolution, les clichés suggèrent quelque chose de fascinant ; une

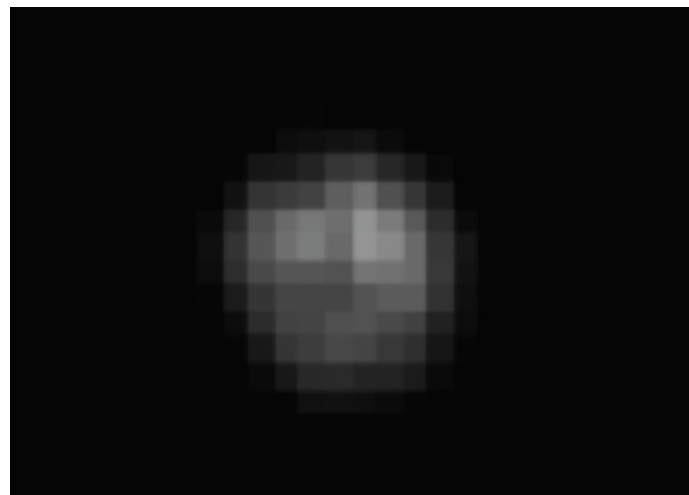
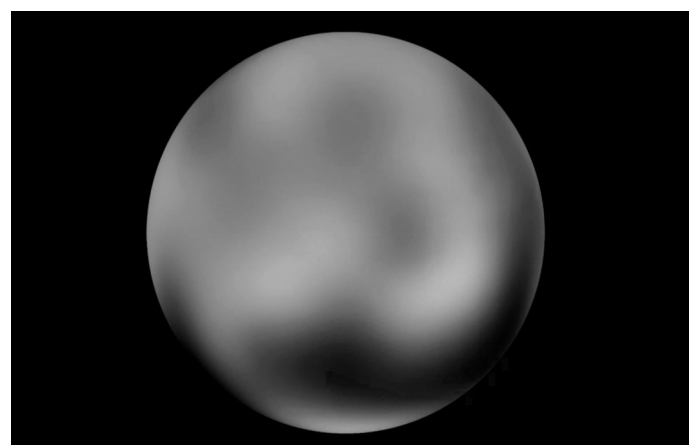


image générée par ordinateur à partir de ces précieux pixels révèle que Pluton présente une surface étonnam-



ment variée. Les zones claires pourraient correspondre à de vastes étendues de glace.



Pluton, vue d'artiste : monde de glace.



Pour Cathy OLKIN (planétologue), la signature spectrale de la glace est clairement identifiable ; on discerne d'autres éléments mais on ne sait pas exactement de quoi ils sont composés. Une chose est sûre : l'une des rares planètes du Système Solaire à présenter une surface aussi variée... c'est la Terre.



Autre certitude, Pluton possède une atmosphère assez étrange. Au cours de sa révolution autour du Soleil qui dure 248 années, alors qu'elle s'approche du Soleil, sa surface gelée se met à fondre, et peu à peu son atmosphère émerge.



Joel Parker (astronome) : « on observe des gaz qui s'échappent de la surface en créant une atmosphère temporaire ; Pluton possède un type d'atmosphère qui est unique dans cette

région reculée du Système Solaire et qui n'a encore jamais été étudiée ».



Pluton et ses brumes d'évaporation (photo d'artiste)

En fait, cette région est si inaccessible, qu'on ne savait quasiment rien d'elle jusqu'aux années 1990, mais à cette époque, de nouveaux et puissants télescopes découvrent que la petite planète Pluton n'est pas aussi seule qu'on le pensait. Elle fait partie d'une zone du Système Solaire externe qui s'étend au-delà de l'orbite de Neptune : la ceinture de Kuiper, un immense anneau. Située à des milliards de km du Soleil, la ceinture de Kuiper contient des centaines de milliers de corps glacés. Bien qu'ils ressemblent à des astéroïdes, ces objets cachés aux confins de notre Système Solaire sont consti-

tués d'un mélange composé de roches, de métal, et de glace.

Mike Brown (astronome) : « ce sont des vestiges de la naissance du Système Solaire qui sont restés figés ; nous les observons tout comme nous analysons des fossiles : des témoins de l'évolution du Système Solaire ».

Hal Weaver (planétologue) : « on ne peut pas dire : là, on y est déjà allé car ce n'est pas le cas ; on a déjà exploré des régions des planètes telluriques, des géantes gazeuses mais aujourd'hui on découvre une toute nouvelle zone du système solaire qui n'avait jamais été visitée ».

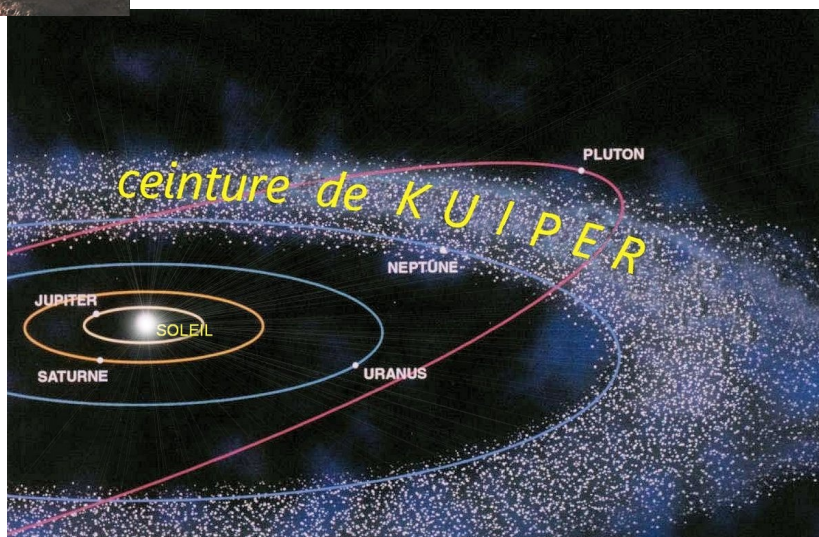
Mark Holdridge (Directeur de Mission) :

« on ne sait pas ce que l'on va trouver et c'est ce qui rend l'aventure passionnante ».



**Comment conçoit-on un engin spatial destiné à faire un voyage de 5 milliards de km vers une destination inconnue ?**

Explorer une nouvelle région de l'espace comporte toujours une part de risque et la mission NEW HORIZONS a dû relever une multitude de défis. Pour aller à l'autre bout du Système Solaire, ce qui représente 30 fois la distance Terre-Soleil, et pour y arriver en un laps de temps raisonnable, il fallait construire la sonde la plus légère possible, et l'installer dans la fusée la plus grande possible. De plus, il n'était pas envisageable d'utiliser des panneaux solaires, car le rayonnement de notre Soleil est trop faible là-bas ; il fallait donc embarquer une source d'énergie nucléaire. Il y a un ensemble de 7 instruments pour réaliser différentes mesures qui pèsent au total une trentaine de kilos. Ces sept instruments scientifiques qui





mis ensemble ne sont à peine plus gros qu'un piano à queue portent des noms fantaisistes comme Peppi, Swap, Rex... et deux d'entre eux ont été baptisés Ralph et Alice, d'après les héros de la série américaine des années 1950.

Tous ces instruments vont devoir analyser la surface et la géologie de Pluton, et aussi révéler les secrets de sa mystérieuse atmosphère.

Mais, dans les années 1980, l'un des meilleurs moyens d'analyser l'atmosphère plutonienne était de recourir à cet appareil : un avion cargo C141 transportant l'observatoire aéroporté Kuiper.



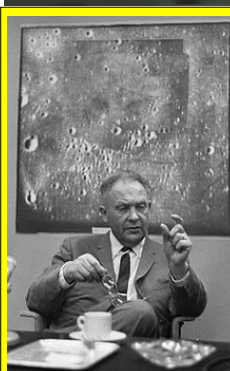
Cette plateforme d'observation était loin d'offrir tout le confort souhaitable. Leslie Young : « l'observatoire Kuiper n'est pas conçu pour être confortable. On porte un casque/micro en permanence, il y a du bruit, il fait froid, et le télescope placé au centre de l'avion rebondit ».

Mais en volant au-dessus des nuages, les chercheurs ont la possibilité d'enre-



gistrer un événement rare appelé occultation stellaire. Au cours de ce phénomène, un objet céleste comme Pluton passe

devant une étoile brillante et occulte sa lumière. Si l'objet occulteur est entouré d'une atmosphère, le disque stellaire disparaît, puis réapparaît peu à peu mais s'il en est dépourvu, la lumière disparaît d'un coup et réapparaît



**Gerard Kuiper (1905-1973)**, ici photographié en 1964.

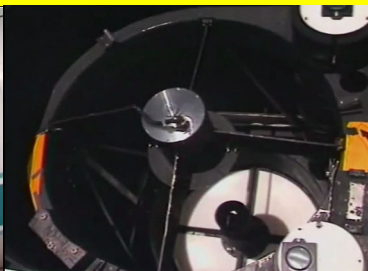
Gerrit Pieter Kuiper est un astronome hollandais, planétologue, spécialiste de la Lune, auteur, et professeur, et il a donné son nom à la ceinture de Kuiper. Kuiper peut être considéré comme le père de la science planétaire moderne. Il a été professeur à l'Université de Chicago, et conseiller de thèse de Carl Sagan ; les deux ont travaillé en 1958 sur le projet militaire classifié secret A119 de l'Armée de l'air pour faire exploser une bombe atomique sur la Lune.

Kuiper a passé la plus grande partie de sa carrière à Chicago, puis est parti en 1960 à Tucson (Arizona) pour fonder et diriger le *Lunar and Planetary Observatory* à l'Université. Il a aidé à identifier les sites d'alunissage du programme Apollo.

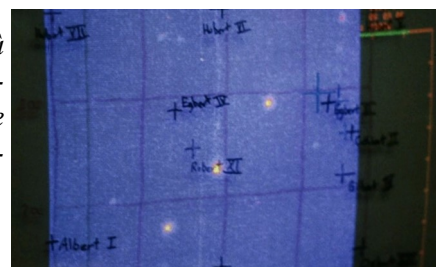


Elle s'atténue !

tout aussi soudainement. « Je crois qu'elle s'atténue... Elle s'atténue ! Tu es sûr ? Non... Elle s'atténue sur le suiveur... »



Oui, c'est vrai... Là aussi, elle s'est atténuée... Ouah ! Cette planète a une atmosphère ! Oui, exact ».



L'enregistrement qui a été effectué à bord de l'observatoire aéroporté Kuiper la nuit du 9 juin 1988 confirmait la présence d'une atmosphère ; déterminer si Pluton possédait une atmosphère était l'objectif des chercheurs à bord de l'avion. Le halo entourant Pluton s'est lentement atténué faisant entrer l'équipe dans l'histoire :

## Discovering Pluto's Atmosphere

J. Kelly Beatty, Sky & Telescope, and Anita Killian, Massachusetts Institute of Technology

ASTRONOMERS bring a dazzling array of technological tools to bear in their study of the solar system, but none is so powerful and elegant as the simple occultation. The blocking of a star's light, however briefly, can yield fundamental truths about the intervening world. Yet no object has proved so difficult to catch in the act of occulting as far-flung Pluto.

All that changed on June 9th, when a group of astronomers scattered across the Pacific watched Pluto hide an object of magnitude star in east...



MIT researchers... ing after the... culation of... left to right... Boih, Steph... Leslie Young... Danham, an... list. Photogr... Horita.

Leslie Young : « j'ai eu la chance de faire partie de l'équipe, ce qui a lancé ma carrière d'astronome ; pas mal comme début ».

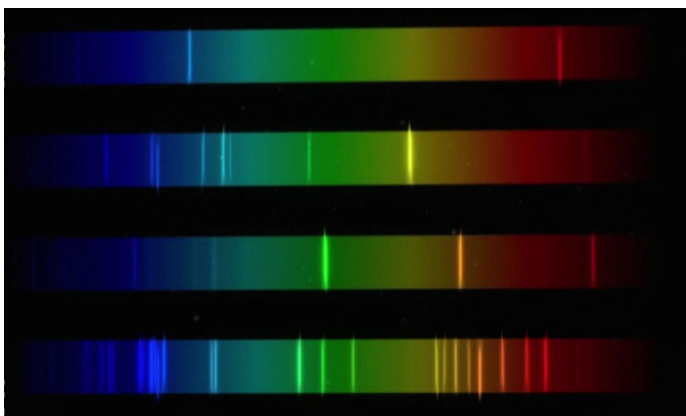
Parmi les instruments placés à bord de NEW HORIZONS pour étudier l'atmosphère de Pluton, se trouve ALICE.

Joel Parker (astronome) :

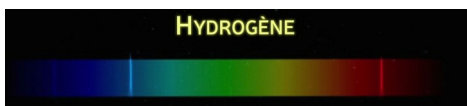


« cette maquette est une reproduction à l'échelle d'Alice, qui est un spectromètre ultraviolet ; un appareil qui décompose la lumière en un spectre de couleurs ».

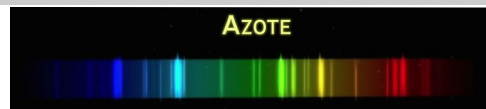
Chaque élément chimique réfléchit et absorbe la lumière d'une manière qui lui est propre en créant ce qu'on appelle un spectre de raies :



Le spectre de l'hydrogène ressemble à cela :

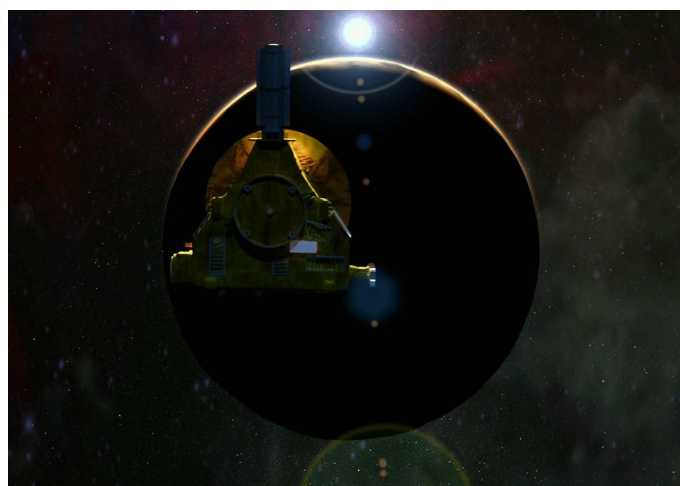


et celui de l'azote à ceci :



De puissants télescopes terrestres ont déjà mis en évidence des molécules d'azote, de méthane et de monoxyde de carbone à la surface de Pluton et dans son atmosphère. Joel Parker : « on pense qu'il y en a d'autres mais on ne peut pas les détecter ».

Lorsque la sonde passera à quelques milliers de km de Pluton, Alice cherchera à identifier ces composants. A la fin du survol, la sonde pivotera sur elle-même pour offrir à Alice une vue exceptionnelle de l'atmosphère de Pluton, observée à travers la lumière du Soleil :



En effet, on peut utiliser le Soleil comme source de lumière pour sonder l'atmosphère et détecter la signature spectrale de certains types d'atomes et de molécules. Et tandis qu'Alice sondera l'atmosphère de Pluton, son partenaire Ralph, un spectromètre infrarouge, tentera d'identifier la signature chimique de ces molécules à la surface de Pluton.

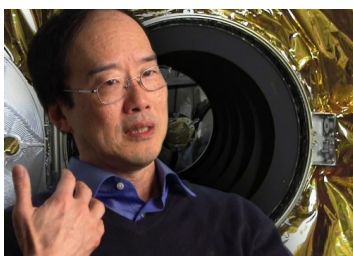
On ne peut pas voir à quoi correspondent les surfaces très claires de la surface de Pluton ; on pense qu'il s'agit de neige de méthane et d'azote moléculaire mais il y a d'autres régions où la « neige » semble absente, et qui sont probablement des gisements d'hydrocarbures plus foncés. Ralph révélera la composition de ces étranges zones sombres. Mais pour obtenir des vues détaillées de Pluton, il faut un instrument doté d'un téléobjectif exceptionnel, et c'est LORRI :



Baptisé LORRI, le plus grand imageur embarqué à bord de New Horizons fournira d'extraordinaires images de la surface plutonienne. LORRI prendra des photos si détaillées que s'il survolait la ville de New-York, on distinguerait l'Hudson, l'East River, et même Central Park, et pour vous donner un ordre de grandeur, l'image de New York ci-dessous a été prise par un satellite orbitant à 600 km de la surface terrestre. LORRI est si puissant, qu'il atteindrait le même niveau de détail à 11 000 km de la Terre.



Mais envoyer un télescope doté d'un tel objectif dans le froid glacial de la ceinture de Kuiper n'est pas sans risque. Andrew Cheng (planétologue) :



« une partie du télescope est en contact direct avec l'espace et se refroidit à travers cette ouverture avec pour résultat qu'une partie de la caméra est fortement froide et l'autre partie est chaude ; cela modifie la forme du télescope et peut dérégler l'optique ».

Le risque est d'obtenir une image floue ; pour résoudre ce problème, les scientifiques ont recours à un matériau présent dans les gilets pare-balles : une céramique. Si ces derniers sont aussi résistants, c'est grâce au carbure de silicium, plus connu du grand public comme base abrasive pour des meules (carborindon), mais il sert aussi en bijouterie, car il sert presque aussi dur que le diamant et ses cristaux sont jolis. LORRI est donc fabriqué avec des pièces moulées en céramique réalisées en carbure de silicium, et qui peuvent résister à des variations de température sans se déformer, à la fois très solides et très légères. A noter que le carbure de silicium est un composant important des poussières dans l'espace, et des météorites... un retour aux sources si l'on peut dire.



Pour ce genre de mission, toutes sortes de problèmes peuvent se poser ; il faut les anticiper, élaborer des plans de secours, et des plans de secours pour les plans de secours. Les ingénieurs et techniciens ont travaillé pendant des années pour préparer la sonde et parer à toute éventualité. Maintenant, il ne reste plus qu'à attendre... Soit ça marche, soit ça ne marche pas ; et pour l'équipe NEW HORIZONS, attendre de voir si son dur labeur va être récompensé est un défi, et non des moindres.

Mark Holdridge (Directeur de Mission) : « la sonde est préprogrammée pour tout faire elle-même pendant le survol ; en cas de problème, on ne peut pas l'aider... et lui dire : eh, tu ne vas pas au bon endroit ! Tourne-toi un peu vers la gauche ».

Lorsque la sonde arrivera au voisinage de Pluton, il lui



Mission NEW HORIZONS : la salle de contrôle et commande.



faudra 4 h 30 pour transmettre un signal vers la Terre et les instructions de l'équipe mettront tout aussi longtemps pour lui parvenir. En cas de problème, il faudra plus de 9 heures pour intervenir, or les données scientifiques les plus importantes seront collectées sur une période de 12 heures seulement.

Leslie Young : « le timing doit être précis. Les commandes sont censées se déclencher à des heures prédéfinies ; si les réglages changent trop, on aura beaucoup d'images de ciel noir et peu de données scientifiques ».





Alice Bowman respire... la télémétrie de tous les systèmes est nominale. La sonde s'éloigne de Jupiter et elle est bien en route vers Pluton...



Applaudissements pour ce premier challenge réussi...

Jusqu'ici, tout roule et c'est super ! En se servant de l'assistance gravitationnelle de Jupiter, on a pu augmenter la vitesse de la sonde d'environ 20 % et réduire la durée du voyage de 3 ans. En même temps, pour profiter de l'effet de fronde gravitationnelle, on s'est approché assez près de Jupiter et c'était ainsi l'occasion de faire de la science en vérifiant que les instruments scientifiques étaient opérationnels.

Glen Fountain (Chef de Projet) : « *c'était le seul moment où l'on pouvait pointer nos instruments sur de grands objets pour en vérifier la calibration. Tous les instruments de la sonde ont été utilisés. Mais la star, c'était Lorri...* ».



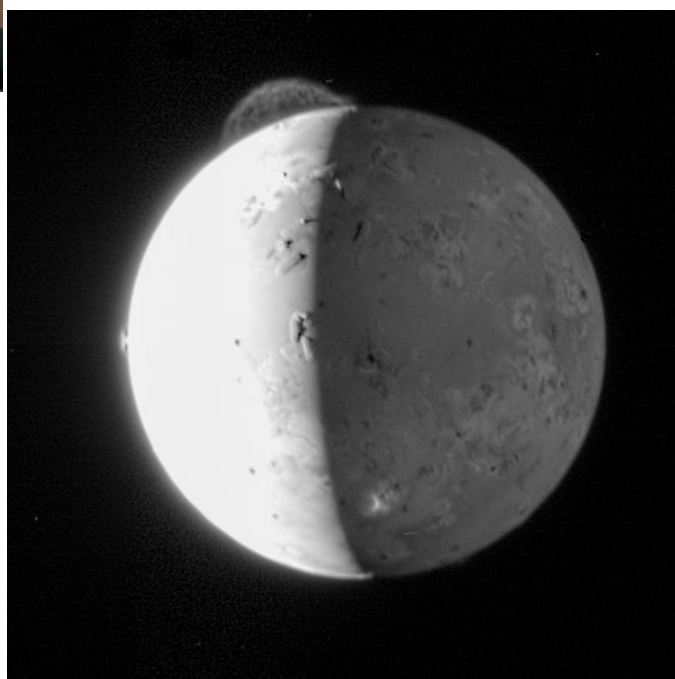
Des images de Lorri...

Regardez ça, on a les deux !

Magnifique !



A plus d'un million et demi de km de distance, LORRI recueille une série d'images de l'éruption d'un volcan sur une des lunes de Jupiter : Io. C'était la première



IO, satellite de Jupiter, photographié le 28 février 2007. On voit ici le panache du volcan Tvashtar près du pôle nord de cette lune. IO est un des 4 satellites galiléens de Jupiter, de la taille de la Lune.

fois qu'on réalisait le time lapse d'un volcan ailleurs que sur la Terre. C'était unique.

Alice Bowman : « *on a une chance inouïe d'avoir obtenu ces fabuleuses images. Cela compense largement ces nuits blanches et tout le travail qu'on a fourni* ».

Après le survol de Jupiter, NEW HORIZONS va entrer en hibernation et seuls les systèmes essentiels vont continuer à fonctionner ; le but est de limiter l'usure des équipements. La sonde sera donc en veille durant la plus grande partie de son long voyage, mais une fois par semaine, elle « téléphonera » à la maison. Alice Bowman tiendra l'équipe informée de l'état de fonctionnement des différents systèmes de la sonde. Mais alors que NEW HORIZONS progresse à travers l'espace, vers la planète la plus isolée et lointaine du système solaire, une révolution bouleverse le monde de l'astronomie.

Après avoir été pendant 75 ans la neuvième planète

## Pluto's Not a Planet?

By **KENNETH CHANG**

As she walks

du système solaire, Pluton se voit retirer son statut par l'Union Astronomique Internationale.



Opinion

### Unhappy Tale of Pluto's Demotion

Editor:

and **Now There Are Eight\*** (editorial, Aug. 25):

Pluton était une planète depuis 1930, découverte par un américain et pour les gens, c'est dur d'apprendre cette nouvelle : « elle avait de la classe, des amis... ». Serait-ce le comble de l'outrage pour la plus petite planète du système solaire ? Pluton, tu seras toujours une planète... Le public descend dans la rue pour défendre Pluton (soyons modeste, il n'y a pas foule tout de même) :



Pluton est resté la planète favorite des américains depuis sa découverte en 1930 par le plus improbable des astronomes amateurs. Fils d'agriculteur, élève d'une petite école à classe unique, Clyde Tombaugh va se passionner très tôt pour les astres.

Son premier travail consiste à nettoyer les téles-

**Clyde Tombaugh** photographié ici en tant qu'agriculteur, avec sa famille (2ème en partant de la gauche sur la photo).

copies et à balayer les salles de l'observatoire Lowell. Il consacre le reste de son temps à chercher la source des perturbations de l'orbite de Neptune : la mystérieuse planète X, que Lowell supposait orbiter entre Uranus et Neptune. Tous les deux à trois jours, il place une plaque de verre photosensible sur le télescope et la



**Percival Lowell** (1855-1916) observant Vénus en 1914, à l'observatoire qu'il a fait construire. Il a particulièrement travaillé à l'observation de Mars, en soutenant que la vie existait sur cette planète (canaux observés...). Les observations réalisées en 1909 au nouvel observatoire du Mt Wilson ont mis un terme à ces spéculations.



L'observatoire est situé à Flagstaff en Arizona ; construit en 1894, il est un des plus vieux observatoires des Etats-Unis.

← **Clyde Tombaugh** observant à l'oculaire du télescope.

fixe solidement, puis il expose la plaque pendant une heure à la lumière du ciel nocturne. Durant le temps de pose, le télescope motorisé tourne lentement et compense la rotation de la Terre. Quelques jours plus tard, il renouvelle l'opération en prenant des clichés des mêmes portions du ciel ; puis à l'aide d'un dispositif ingénieux, un comparateur à clignotement, Clyde Tombaugh aligne les deux images pour faire apparaître les différences, un travail fait de patience et de minutie. Le comparateur lui permet de passer d'un cliché à l'autre pour détecter



d'infimes variations de luminosité. Bien que l'œil humain ait une bonne aptitude à discerner les différences,

Deux mois plus tard, l'observatoire Lowell annonce fièrement qu'un jeune assistant a découvert la neuvième planète du Système Solaire :

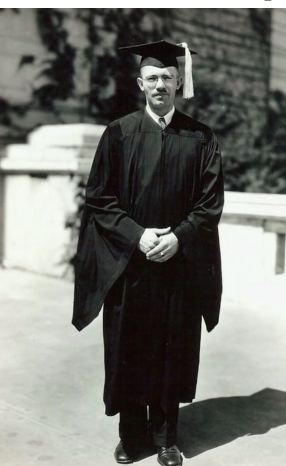


Clyde Tombaugh utilisant un comparateur à clignotement Zeiss.

localiser un objet céleste de faible éclat situé à des milliards de km de la Terre va se révéler une tâche ardue. Mois après mois, malgré les rigueurs de l'hiver, Clyde Tombaugh poursuit ses recherches.



Annette Tombaugh : « grâce à cette découverte, mon père a pu aller à l'université ; sans cela, il n'aurait probablement pas pu se payer ses études. Cette découverte a été, à bien des égards, le moteur de notre existence ».



Après ses études, Clyde Tombaugh est devenu un « vrai » astronome, renommé qui plus est.



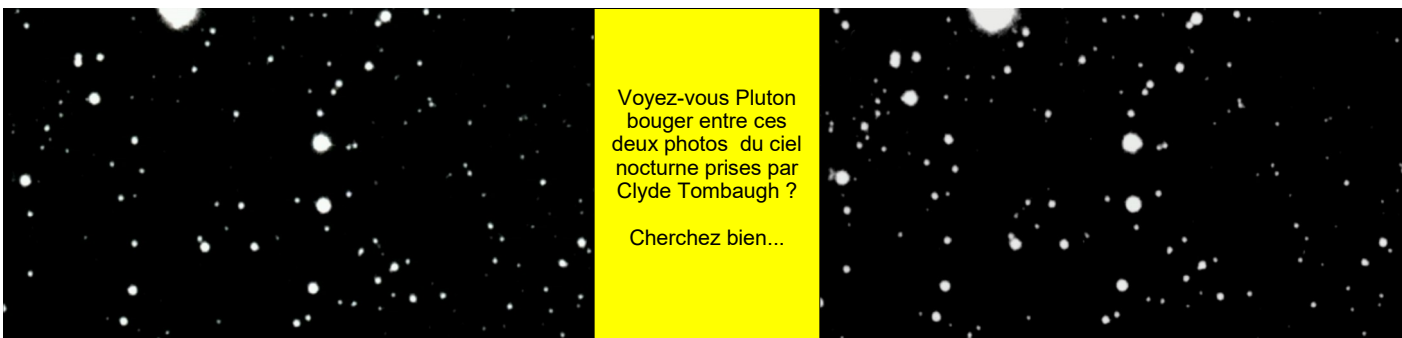
ANNETTE TOMBAUGH  
Fille de Clyde Tombaugh

Annette Tombaugh (fille de Clyde) : « il avait les doigts totalement engourdis, et il n'arrivait plus à ouvrir la porte pour sortir de la coupole. Les astronomes avaient des tas de problèmes

avec les plaques photographiques, tout cela à cause du froid ; il a donc inventé un nouveau support pour éviter que les plaques ne cassent et c'est ce qui lui a permis de faire cette découverte ».

Après presque un an de travail, Clyde Tombaugh finit par localiser un petit point se déplaçant lentement dans le ciel nocturne :

Après avoir découvert Pluton, Clyde Tombaugh va enseigner l'astronomie, et pendant des dizaines d'années il cherchera une autre planète aux confins du Système Solaire, mais malgré ses efforts, ni ses observations, ni celles de ses confrères, ne porteront leurs fruits.



Voyez-vous Pluton bouger entre ces deux photos du ciel nocturne prises par Clyde Tombaugh ?  
Cherchez bien...



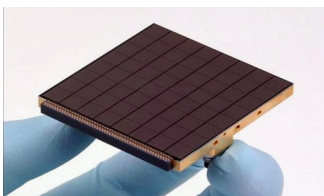
Jusqu'au jour où David Jewitt et Jane Luu relèvent le défi. Ces deux astronomes se lancent dans une recherche qui va durer bien plus longtemps que prévu.



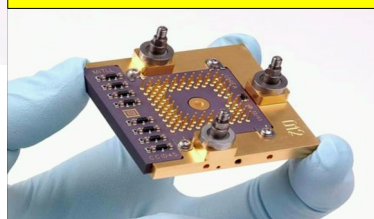
David et Jane

Jane Luu (astronome/MIT Lincoln Laboratory) : « pourquoi cela a été si long ? Parce qu'il fallait du temps pour que la technologie se mette à niveau ».

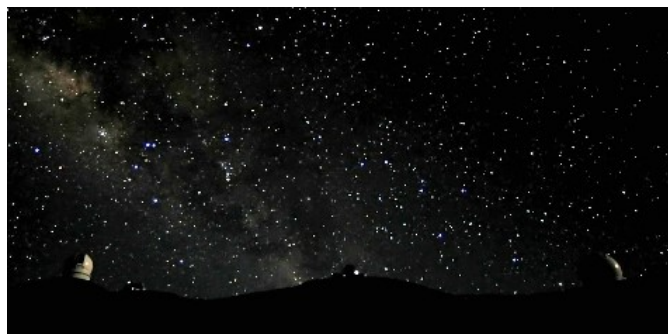
Les étoiles lointaines sont relativement faciles à voir, car elles émettent leur propre lumière, mais d'autres corps célestes, bien plus proches, sont plus difficiles à discerner. En effet, la lumière doit voyager du Soleil jusqu'à l'objet, se réfléchir à sa surface, puis effectuer encore un long trajet de retour vers la Terre, et lorsqu'elle nous parvient, elle est à peine détectable. Les espérances des deux astronomes reposent sur les avan-



De nouveaux capteurs numériques de plus en plus performants pour voir mieux et de plus en plus loin...

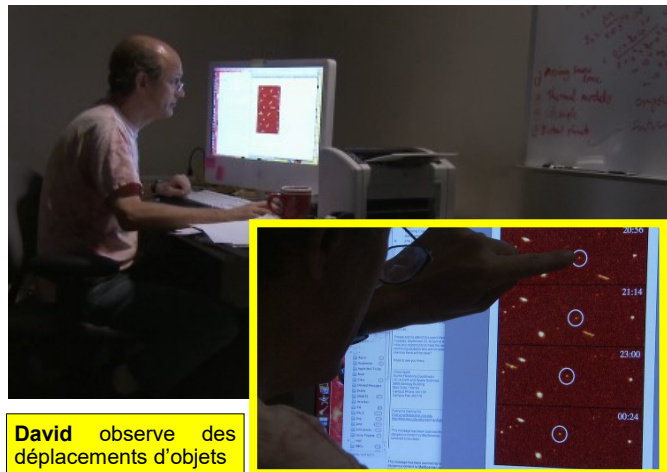


ces potentielles dans le domaine des détecteurs numériques ; ces progrès, nos « simples » smartphones en bénéficient aujourd'hui ; ils vont aussi ouvrir

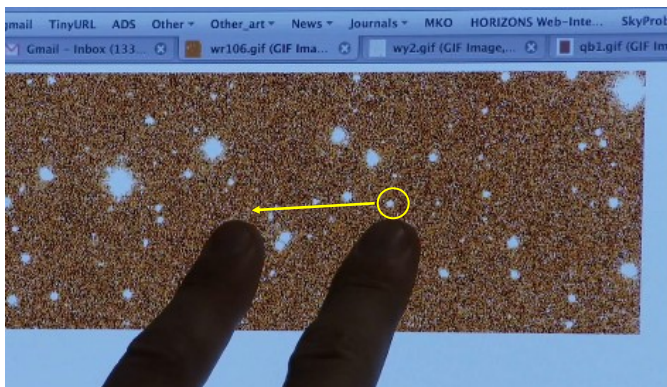


de nouveaux horizons aux scientifiques. Après 5 ans de recherches, leurs efforts sont enfin récompensés.

David : « Voici une série d'images du premier objet, qui se décale de là... à là... il dérive lentement vers la gauche ». David Jewitt et Jane Luu découvrent plusieurs



David observe des déplacements d'objets



autres objets qui se déplacent lentement. Une conclusion s'impose : Pluton n'est pas seul. En fait, cette planète est accompagnée d'une ribambelle de voisines. Ils baptisent cette nouvelle région du Système Solaire : la ceinture de Kuiper, d'après le nom de l'astronome Gerard Kuiper, qui en envisagea l'existence dans les années 1950. La découverte de la ceinture de Kuiper fait profondément évoluer la connaissance du Système Solaire, mais remet également en cause le statut planétaire de Pluton.



G. Kuiper

Pluton : s'agit-il d'une planète ou d'un objet Trans neptunien, parmi de nombreux autres ?



Annette Tombaugh : « mon père était au courant des rumeurs et cela l'a contrarié ; cela n'a pas été facile pour lui ».

Mais la communauté scientifique ne va pas s'en tenir là. Quelques années plus tard, un jeune astronome, Mike Brown inspecte à son tour le Système Solaire externe en se fixant un objectif ambitieux : trouver un objet de la ceinture de Kuiper plus gros que Pluton.

Mike Brown (astronome CALTECH) : « on pensait qu'on allait même trouver des corps de la taille de Mars ou de la Terre... c'était l'inconnu. Quand on a commencé les recherches en 1997, c'était assez grisant de penser à ce qui nous attendait ».



Après tout ce temps Mike Brown a du mal à croire que ses recherches ont peut-être enfin abouti : « aussi brillant mais qui avance aussi lentement, sachant qu'il est très éloigné, c'est qu'il doit être probablement plus gros que Pluton. C'est fou ! ».

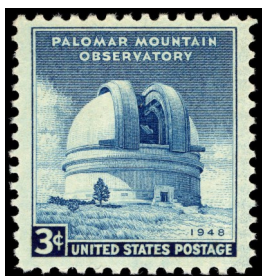
**Mike Brown** : astronome au California Institute of Technology.

Il a été récompensé par le prix Kavil, partagé avec Jane Luu et David Jewitt, pour la découverte et la caractérisation de la ceinture de Kuiper et de ses plus gros objets, comme Eris.

Il a publié un mémoire :

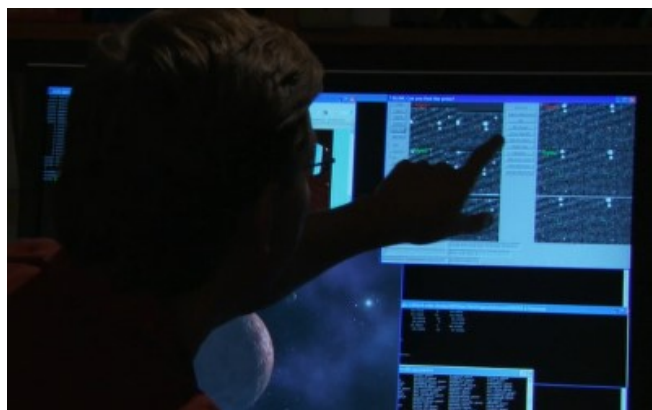
« How I kill Pluto and why it had it coming »

C'était le premier objet susceptible d'être plus gros que Pluton. Si Pluton était une planète, cet objet en était également une... alors, comment fallait-il les appeler ? Cette découverte n'intéressait pas vraiment les gens qui s'inquiétaient juste pour Pluton. Mais un objet plus gros que Pluton... qu'est-ce que cela signifiait ?

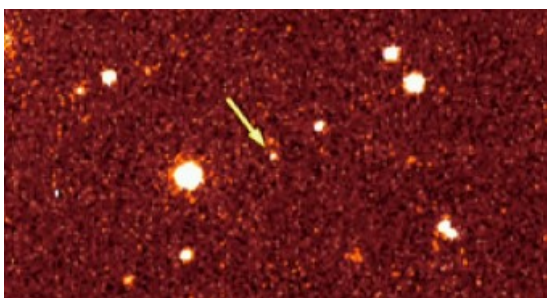
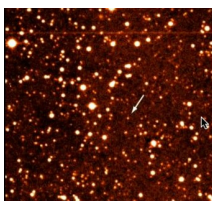


A l'observatoire du Mt Palomar en Californie, Mike Brown a accès à la plus grande caméra numérique du monde ; les images sont transférées vers son ordinateur et le chercheur les analyse chaque matin.

S'appuyant sur la technologie, il multiplie les découvertes...



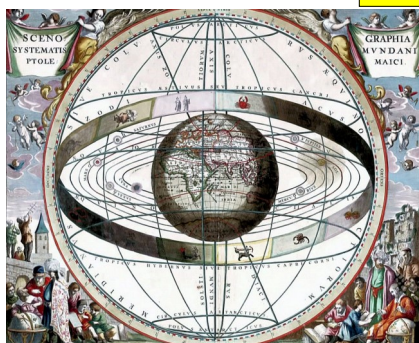
Mike Brown : « on a découvert un objet Trans neptunien moitié moins gros que Pluton ; l'année suivante, on en repère un faisant les trois quarts de la taille de Pluton et encore l'année d'après, on a découvert cet objet très brillant qui se déplaçait très lentement parce qu'il était extrêmement loin ».



Depuis sa création en 1919, l'UAI se charge d'attribuer un nom aux objets célestes mais elle ne peut baptiser celui découvert par Mike Brown sans savoir s'il s'agit d'un objet Trans neptunien ou de la dixième planète.

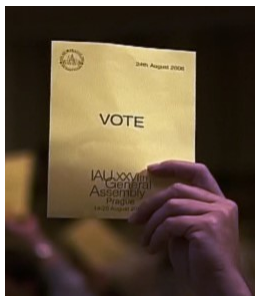


L'UAI (Union Astronomique Internationale) a été créée le 28 juillet 1919. Son siège est à Paris. Elle regroupe 82 pays membres représentés principalement d'astronomes professionnels. C'est l'autorité reconnue de manière internationale pour désigner et nommer les corps célestes (étoiles, planètes, astéroïdes...)

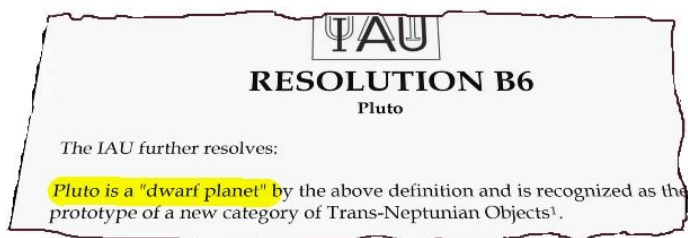


Cette découverte a soulevé un débat intéressant car jusque-là, le mot planète n'était pas vraiment défini. En effet, le mot « planète » venait du grec « astre errant », et l'affaire s'arrêtait là...

Mais on avait besoin maintenant d'établir une meilleure qualification entre les planètes et les petits objets du Système Solaire. Au cours d'une réunion de l'UAI qui s'est tenue à Prague, une nouvelle définition du mot planète fait l'objet d'un vote ; et le sort de Pluton est scellé par cette simple phrase « *une planète a nettoyé le voisinage de son orbite* » (has cleared the neighbourhood around its orbit).



Selon l'UAI, Pluton n'est donc pas une planète. Pluton est une planète naine.



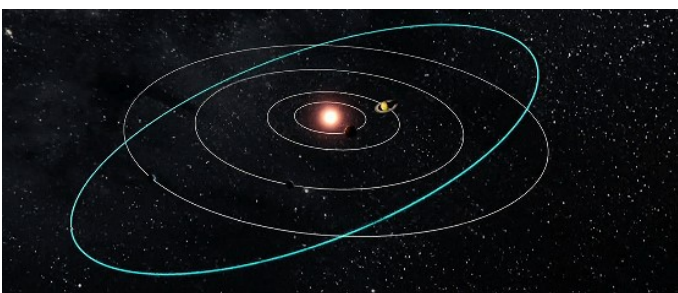
The IAU therefore resolves that planets and other bodies, except satellites in our Solar System be defined into three distinct categories in the following way:

- (1) A planet<sup>1</sup> is a celestial body that
  - (a) is in orbit around the Sun,
  - (b) has sufficient mass for its self-gravity to overcome rigid body forces so that it assumes a hydrostatic equilibrium (nearly round) shape, and
  - (c) has cleared the neighbourhood around its orbit.

Pluton se trouve dans une région densément peuplée composée de milliers d'objets Trans neptuniens. Con-



trairement aux planètes plus massives, elle n'exerce pas une gravitation suffisante pour faire place nette autour d'elle ; par ailleurs, son orbite est fortement elliptique et très inclinée par rapport au plan de l'écliptique. Les 8



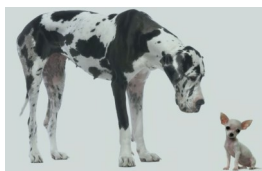
principaux objets qui dominent le Système Solaire sont des planètes ; ils sont gros et décrivent une orbite quasi circulaire autour du Soleil ; tous les autres objets, bien plus petits, ne sont pas des planètes.

Hal Weaver (planétologue) : « *on est parvenu à un consensus autour du fait que Pluton est une planète naine, et ça ne me pose pas de problème ; ce qui me gêne est qu'on dise qu'une planète naine n'est pas une planète. Cela paraît ridicule d'employer le mot planète pour désigner un objet qui n'en est pas une* ».

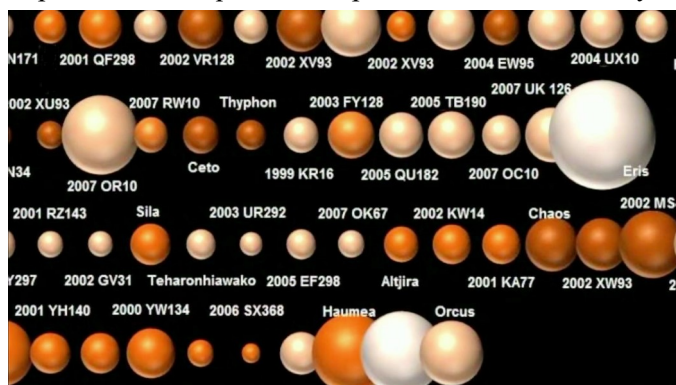
Caleb Scharf (astronome Centre d'Astrobiologie de l'université Columbia) : « *dans un sens, il est moins important de savoir comment désigner certains objets que d'aller comprendre que des astres*



*comme Pluton, la Terre, Jupiter, les exo planètes, sont remarquablement variés et présentent des configurations extrêmement diverses à travers l'Univers* ». Pluton n'est peut-être plus la neuvième planète du Système Solaire mais elle ne manque pas de compagnes. Les planétologues continuent de découvrir d'autres planètes naines qu'ils affublent de noms temporaires comme Père Noël (Santa 2003 EL61) ou Lapin de Pâques (EasterBunny 2005 FY9). On a découvert que le Système Solaire externe foisonnait de petites planètes, généralement des objets rocheux et glacés ; beaucoup possèdent une atmosphère et la plupart ont des lunes : tous les attributs des planètes qui nous sont familières, mais en miniature ; pour faire l'analogie, un chiwawa est un



chien possédant toutes les caractéristiques de l'espèce canine, mais en version miniature. Mais l'analogie canine d'Alan ne fait pas l'unanimité et tandis qu'on découvre d'autres objets Trans neptuniens, une question se pose. Comment notre Sys-



tème Solaire externe at-il pu produire ces minuscules planètes ? Pour y répondre, il faut remonter aux tout premiers instants du Système Solaire. Les scientifiques expliquent la formation des planètes par le phénomène d'accrétion ; les cailloux deviennent des rochers, les rochers se transforment en comètes, les comètes en proto planètes, et les proto planètes en planètes. Après avoir atteint un certain seuil en terme de masse, les objets peuvent grossir plus rapidement grâce à la force de gravitation. Les géantes gazeuses comme Jupiter et Saturne ont sans doute aspiré des quantités massives d'hydrogène et

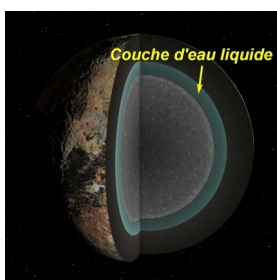


d'hélium, balayant tout sur leur passage. Il paraît plausible que Pluton se soit formé plus près du Soleil et qu'il ait été repoussé sur une orbite bien plus éloignée à mesure que les planètes majeures grossissaient. Pluton et les autres objets Trans neptuniens seraient les vestiges de ce processus de formation planétaire.

Caleb Scharf (astronome) : « *la croissance des planètes naines a été interrompue ; ce sont des embryons planétaires et le fait de les étudier, plutôt que d'étudier des objets qui ont atteint une taille bien supérieure, nous permettra de mieux comprendre le processus de formation planétaire. On trouvera peut-être des indices à la surface de Pluton, et dans sa composition qui nous éclaireront sur l'histoire du Système Solaire, de même que sur son architecture actuelle : comment a-t-il évolué, que s'est-il passé ?* ».

Pluton pourrait même nous permettre de résoudre un autre mystère fondamental. D'après nos connaissances, trois éléments sont nécessaires à la vie : de l'eau liquide, de l'énergie, et de la matière organique. Un grand nombre de planètes naines pourraient réunir ces trois ingrédients

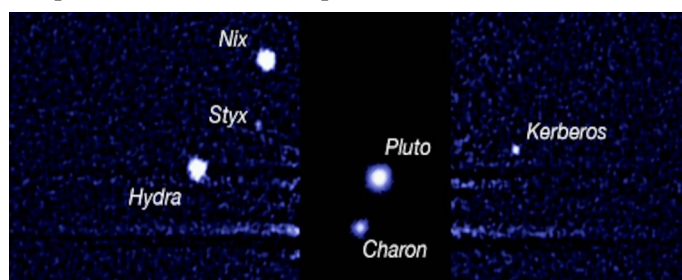
Caleb Scharf (astronome) : « *selon un modèle réputé, Pluton pourrait recéler un vaste océan intérieur et cette caractéristique serait commune à de nombreuses planètes naines ; or, qui dit eau liquide, dit possibilité... je dis bien possibilité... d'émergence de la vie. Les planètes naines pourraient donc être non seulement les planètes les plus répandues du Système Solaire mais également les plus nombreuses à abriter la vie* ».



Une chimie organique, ou chimie du carbone, peut clairement se développer à la surface d'objets comme des comètes et probablement aussi des objets Trans neptuniens. Y-a-t-il un lien avec la vie sur Terre ? La question reste totalement ouverte. Mais comprendre la richesse chimique du Système Solaire et de l'Univers est absolument essentiel : c'est une pièce clé du puzzle.

8 juin 2008

NEW HORIZONS file dans l'espace depuis plus de 2 ans, et ce jour-là, elle dépasse l'orbite de Saturne. Trois ans plus tard, elle survole Uranus. Les cinq premières années de voyage se sont déroulées à la perfection mais c'est alors qu'un événement impondérable risque de mettre la mission en péril. Des images prises par le télescope spatial Hubble révèle que Pluton n'a pas une, ni deux, ni trois, ni quatre... mais bien cinq lunes :



Alan Stern (Directeur de Recherches) : « *ces lunes se sont sans doute formées lors de la même collision cosmique, il y a quelques 4,5 milliards d'années : deux objets de la taille de Pluton se sont percutés et ce qu'on voit aujourd'hui est le vestige de cette collision. Si Pluton en est ressorti presque intact, le deuxième corps céleste a été brisé en morceaux pour former ces cinq lunes,*

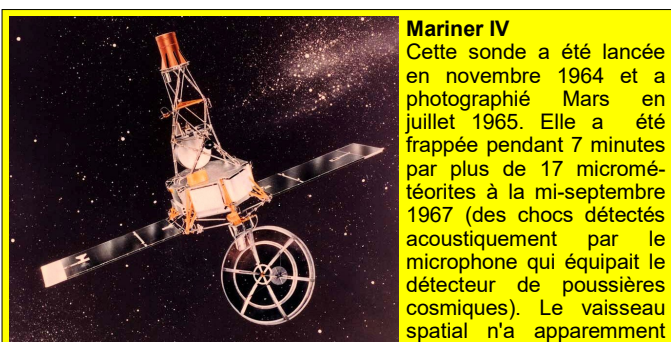


*observées aujourd'hui, et qui présentent, pour certaines, une forme étrange. Toutes ces petites lunes sont génératrices de débris, et il se peut qu'un anneau composé de fines poussières se soit formé autour de Pluton. Or, la sonde va traverser tellement vite le système plutonien, à environ 50 000 km/h, que même une fine particule pourrait faire un gros trou dans la sonde et mettre un terme à la mission* ».

Si Pluton est ressorti presque intact d'une collision, le deuxième corps céleste a été brisé en morceaux pour former les cinq lunes, observées aujourd'hui, et qui présentent effectivement une forme étrange :



Mais des poussières non détectables dans cet environnement pourraient devenir dangereuses pour New Horizons. En 1967, la sonde martienne Mariner IV a été confrontée au même problème.



**Mariner IV**  
 Cette sonde a été lancée en novembre 1964 et a photographié Mars en juillet 1965. Elle a été frappée pendant 7 minutes par plus de 17 micrométéorites à la mi-septembre 1967 (des chocs détectés acoustiquement par le microphone qui équipait le détecteur de poussières cosmiques). Le vaisseau spatial n'a apparemment pas été endommagé par la

rencontre avec les débris interplanétaires. Mariner a répondu à une commande de routine qui était en cours de préparation avant que les coups ne se produisent et qui a été transmise à la fin de la perturbation. Aucune perte de puissance des panneaux solaires n'a été notée et le système de contrôle d'attitude embarqué a pu stabiliser le mouvement de balancement de l'engin spatial.

Sigrid Close (Stanford University - Département Aéronautique et astronautique) : « *Mariner IV est entrée dans un nuage de poussière et, pendant 45 minutes, ils ont vu apparaître des milliers d'impacts qu'ils n'avaient absolument pas prévus. Il y a des particules dans l'espace qu'il est impossible de détecter et peuvent mettre fin prématurément à une mission* ».



Combien de coups NEW HORIZONS

peut-elle encaisser ? Le canon de la NASA qui peut propulser le plus petit des projectiles à plus de 27 000 km/h est sous bonne garde dans ce laboratoire hors du commun, et peut permettre de tester cela :



Les particules de poussière que NEW HORIZONS risque de percuter sont de tailles variables : cela va de la tête d'épingle au grain de sable ; de petits objets qui semblent inoffensifs... mais imaginez une tempête de sable où les vents souffleraient si forts que le moindre grain de sable pourrait vous tuer. Le canon est chargé, la salle évacuée. Ce dispositif est si puissant que le métal est pulvérisé par l'impact. Un projectile est propulsé le long d'un tube de 37 m de longueur, jusqu'à une cible



Le canon fait 37 m de longueur.  
 Chargement du canon



Lampe flash allumée :  
**DANGER !**

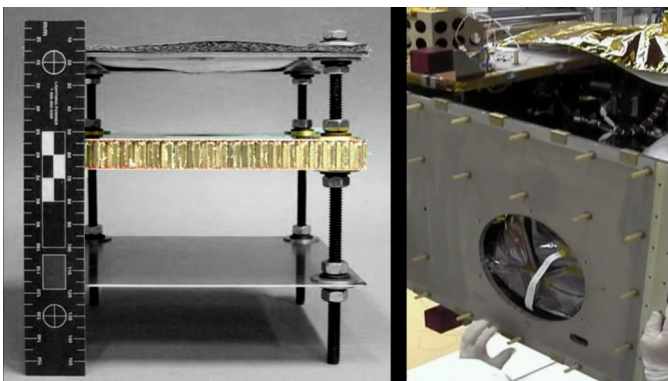


**FEU !**

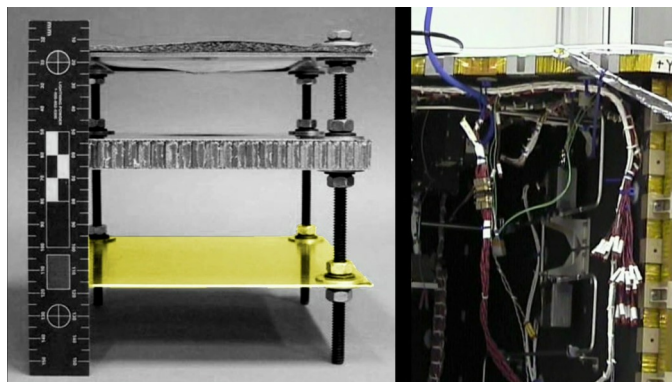
composée des mêmes matériaux que ceux utilisés pour fabriquer la sonde. La première couche est le revêtement thermique en or qui protège NEW HORIZONS :



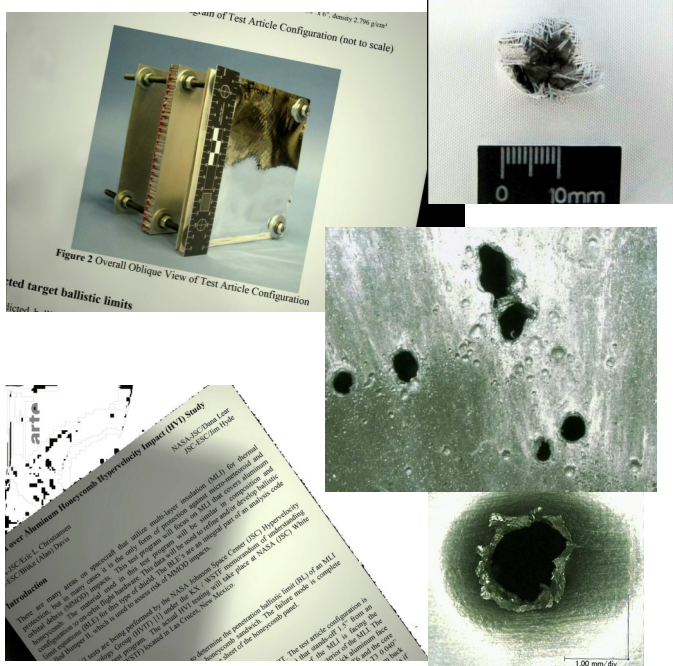
La deuxième couche est la paroi de la sonde :



Et la troisième couche est une fine plaque métallique représentant la charge utile (composants électroniques, et instruments scientifiques) :



Toute une série de tests est réalisée. De minuscules projectiles frappent la cible à la vitesse de l'éclair. Les résultats sont toutefois mitigés ; les projectiles perforent le revêtement thermique avant d'aller se ficher dans la paroi de la sonde, mais certains vont plus loin et passent directement à travers comme un missile, de quoi mettre fin brutalement à la mission.



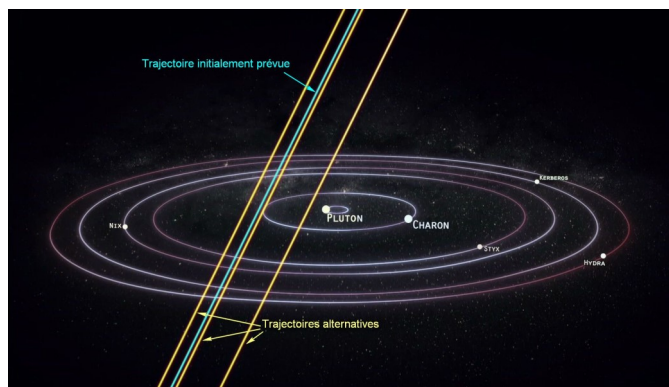
Mark Holdridge (Directeur Des Opérations) : « le risque potentiel de collision avec un débris, mis en évidence suite à la détection d'autres lunes, augmente encore la complexité du survol ».



L'équipe NEW HORIZONS doit donc établir des trajectoires, ou plans de vol alternatifs pour la



sonde ; voici la trajectoire idéale qu'ils espèrent pouvoir suivre, et celles de « secours » :



Caleb Scharf (astronome) : « on peut potentiellement suivre quatre trajectoires et on ne saura pas avant deux ou trois semaines laquelle choisir. Le pire scénario est que la sonde entre dans le système, qu'elle commence à prendre des photos, qu'elle soit détruite à cause d'une collision et qu'on ne voit jamais les images. C'est assez angoissant. Je veux voir les résultats, mais je suis content de ne pas être la personne qui attend que les données arrivent ».



A l'approche, l'équipe a prévu des observations pour surveiller les débris ; désormais, ce ne sont plus des lunes à observer mais des risques... les choses changent.

Leslie Young (planétologue) : « il y aura toujours cette petite question qui va nous tourmenter : est-ce qu'on a

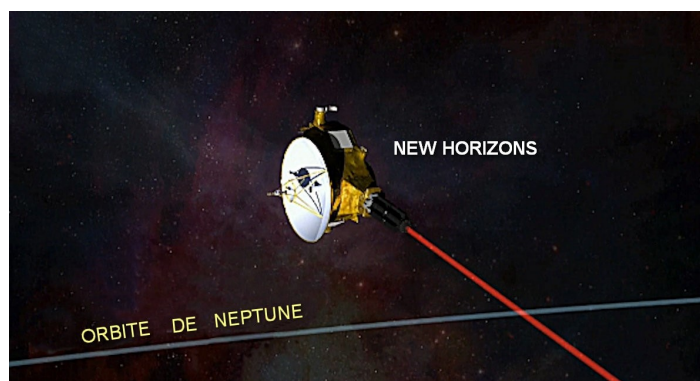
*réussi ? Et quand on va recevoir le premier message de confirmation, tout le monde va pousser un soupir de soulagement puis on va se regarder les uns, les autres en disant : je le savais ! ».*



Ça va passer ou ça ne passera pas ? L'équipe reste anxieuse...

**25 août 2014**

NEW HORIZONS atteint l'orbite de Neptune, 25 ans jour pour jour après Voyager II. Cette dernière avait initialement pour mission d'étudier Jupiter, Saturne et leurs lunes, mais elle a également recueilli des images étonnantes d'Uranus, de Neptune et de sa lune Triton.



**La sonde Voyager II** : la sonde a récupéré d'une anomalie qui s'est déclarée le 25 janvier 2020 ; les cinq instruments qui avait été mis à l'arrêt par une routine logicielle de protection ont été remis en marche par les ingénieurs qui suivent la sonde, et sont à nouveau en état d'assurer leurs opérations. Les scientifiques et ingénieurs du Jet Propulsion Laboratory communiquent avec la sonde et reçoivent la télémétrie. Lancés en 1977, Voyager I et Voyager II sont tous les deux dans l'espace interstellaire, ce qui fait de ces deux vaisseaux les objets fabriqués par l'homme les plus éloignés de la Terre.

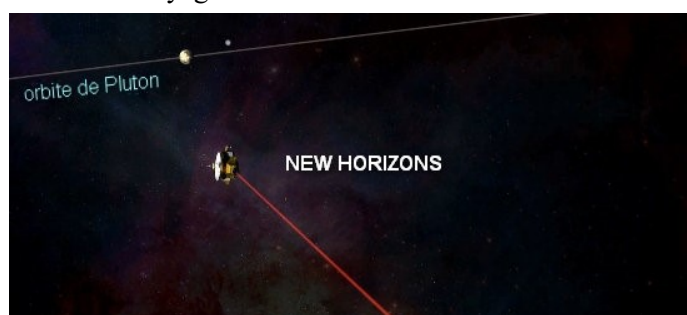
Voyager reçoit son énergie d'un générateur isotopique (RTG) qui transforme l'énergie calorifique de la désintégration de matériel radioactif en électricité. Le budget électrique de Voyager diminue de 4 W par an, si bien que les ingénieurs ont coupé le chauffage primaire de l'instrument de mesure des rayons cosmiques afin que les autres instruments puissent continuer à fonctionner ; il faut aussi que les ingénieurs surveillent le chauffage du carburant destiné à l'orientation du vaisseau pour éviter qu'il ne gèle car cela pourrait faire perdre toute communication vers la Terre. Voyager II est à environ 18,5 milliards de km de la Terre, et un trajet lumière entre la Terre et le vaisseau spatial dure 17 heures... Il faut donc 34 heures aux techniciens pour savoir si une commande a été comprise et réalisée.



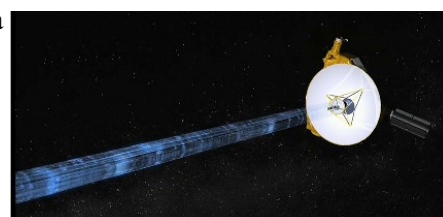
Dans les années 1960, 70, 80 on explorait sans cesse de nouvelles planètes : Mars, Vénus, Mercure, Jupiter, Saturne et cela a pris fin en 1989 avec Voyager ; c'était il y a 25 ans et Alan Stern est heureux que la science reprenne le flambeau. : « c'est formidable ! ».

**6 décembre 2014**

Après des années d'hibernation, la sonde va se réveiller. La sonde avait été mise en sommeil pendant presque tout son voyage de 5 milliards de km à travers le



Système Solaire, et maintenant, c'est fini. C'est un jour historique. La dernière étape de son voyage est sur le point de commencer. Lorsque la sonde aura vérifié le bon fonctionnement de tous les systèmes, elle enverra un rapport à l'équipe au sol ; et quand un signal de la sonde est reçu, ce sont bien sûr les données qu'elle a émises 4 heures et demie plus tôt... Pour réceptionner le signal, on utilise un réseau spécial : le DSN (voir aussi le n° 86 Albireoscope) ; les énormes antennes sont réparties en différents points du globe, ce qui permet à l'équipe de rester à l'écoute 24 h/24 en contact avec la sonde malgré la rotation de la Terre.



La sonde a un émetteur de 10 watts et c'est assez incroyable qu'on puisse capter son signal sur Terre. Une véritable prouesse. Et tout ça grâce à la technologie mise en œuvre par les stations du réseau DSN. A titre de comparaison, une station de radio FM utilise un émetteur de 1 à 10 kW pour transmettre son signal à une distance d'une cinquantaine de km (mais les récepteurs, très nombreux, sont plus simples à fabriquer, et moins chers pour l'auditeur).

Quelques membres de l'équipe se sont rassemblés dans une pièce voisine de la salle de contrôle, prêts à célébrer l'événement. Avant de sabrer le champagne, il faut attendre

que la Directrice des Opérations ait reçu un message du réseau DSN, confirmant la réception d'un signal en provenance de NEW HORIZONS. Les données commen-

Alice Bowman va enfin pouvoir se détendre : « quand on parle de la sonde, on en parle comme si c'était notre enfant, notre bébé. Quand elle fait quelque chose d'imprévu, on a l'impression d'avoir affaire à une petite terreur de 2 ans... elle fait partie de la famille ». Et Alan Stern trouve cela génial : « on est à l'autre bout du Système Solaire... comme prévu ! ». Au fil des ans, des centaines de personnes se sont consacrées à cette mission. Pour de nombreux membres de l'équipe, révéler les secrets de Pluton a été le défi de leur vie :

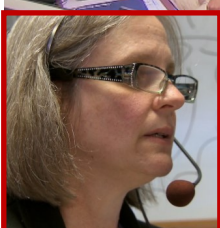


Le réseau DSN a besoin de très grandes antennes pour recevoir les faibles signaux venus de l'espace lointain.



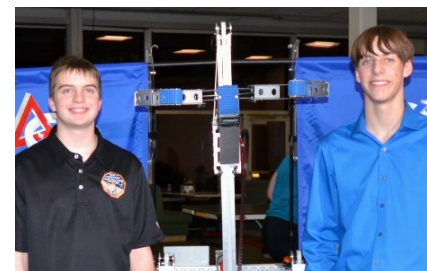
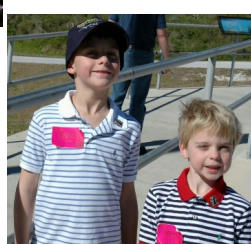
cent à apparaître sur son écran : « les voilà !... **Pluto one**

Cathy Olkin (planétologue) : « la mission NEW HORIZONS représente une grande partie de ma vie, et de celles de mes enfants ; pour eux, recevoir ces données de Pluton, c'est énorme. Ils ont attendu cela toute leur vie ».



... vérification état FR ... nominal ... état générateur ? ... nominal ... état propulsion ? ... nominal ... Et voilà ! Réveil nominal de la sonde NEW

**HORIZONS à destination de Pluton** ». L'équipe est prête pour la prochaine étape du voyage, et les applaudissements retentissent dans la salle ; le rendez-vous tant attendu approche.



Bonne nouvelle : alors que NEW HORIZONS s'approche de Pluton, l'équipe constate l'absence d'autres lunes ; la sonde a donc peu de risque d'être détruite par des débris cosmiques.



Glen Fountain (chef de projet) : « tout marche comme sur des roulettes ! »



Les bouchons de champagne peuvent sauter...



Ils ont cherché partout sans trouver d'autres lunes et ils étaient un peu déçus du point de vue scientifique, mais en terme de risques, c'était une très bonne nouvelle.





L'équipe NEW HORIZONS en 2014

4 juillet 2015



Hélas, le soulagement est de courte durée et on révèle à la presse un gros problème : le 4 juillet 2015 à 13h55 local, l'équipe a perdu le contact avec la sonde, alors que Pluton était en vue... Alice Bowman en avait l'estomac retourné et se dit : « *mon Dieu... ce n'est pas possible !* ».

Glen Fountain (Chef de Projet) : « *on a eu une petite montée d'adrénaline. Pourrait-on heurter quelque chose à des milliards de km de la Terre ?* ».



A la recherche d'une solution, l'équipe opérationnelle va tenter de se connecter au processeur de secours de la sonde, qui utilise une autre fréquence radio. Il faut faire vite car la sonde ne doit faire qu'un survol de Pluton qui sera très rapide... Pendant ce temps, la sonde est en « roue libre » si le processeur principal est en rade.

## A tense Independence Day for Pluto probe

PLUTO FROM AP

two days was this was an "anomaly" and the team had resolved the issues and gotten the spacecraft back in shape for the Pluto flyby. But this was no mere glitch. This was almost a disaster. This was, as Stern would later admit, "our Apollo 13."

The disappearance of the spacecraft challenged the New Horizons team to perform at its highest level and under the greatest of deadline pressures.

The nature of the New Horizons mission did not permit any wiggle room, any delays, any do-overs, because it was a flyby. The spacecraft had one shot at Pluto, tightly scheduled: When it vanished, New Horizons was going about 52,000 miles per hour and on track to make its closest pass to Pluto, about 7,800 miles, at precisely 7:49 a.m. July 16.

But as the New Horizons team gathered in the control room on



New Horizons project manager Glen Fountain, back left, and Mission Operations manager Alice Bowman talk shop earlier this week with flight controllers Dan Kelly, front left, and Sarah Bueier.

never happened before.

scientific observations impossi-

The APJ team had to reconfigure New Horizons the way you would rouse a drunk on a Sunday morning to get him ready for church. This required many commands, everything made slower by the nine-hour round-trip communication challenge across the 3 billion miles of space. Bowman slept on her office floor a second night on Sunday.

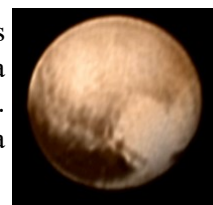
One key decision: return control of the spacecraft to the main computer. They trusted the main computer, knew its quirks, had tested it repeatedly — unlike the backup computer. Their plan didn't require them to ask the main computer to do the kind of heavy-duty work that caused the glitch Saturday.

On Tuesday morning, July 7, the New Horizons team returned their spacecraft to no-spin mode and prepared it for the Pluto encounter.

This period of reconfiguration was a bit nerve-racking inside the

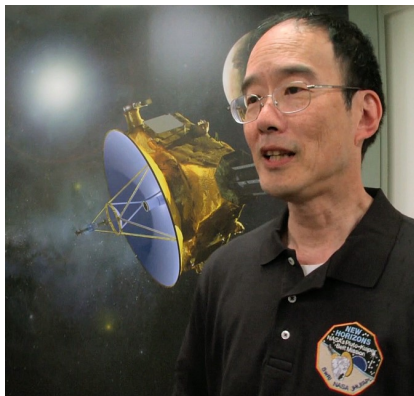
Le réseau DSN a immédiatement localisé le signal du processeur de secours ; l'équipe est soulagée d'avoir retrouvé la sonde. Il s'est avéré que le processeur principal avait réinitialisé ses paramètres, et activé le processeur de secours. Résoudre le problème était possible, mais le tout était de savoir si cela pouvait se faire à temps. Glen Fountain : « *Alice n'a pas dormi, je vous jure, sauf une nuit... elle s'est allongée quelques minutes par terre* ». Alice Bowman : « *j'ai dormi là-bas plusieurs nuits... quand on a un enfant malade, on reste à ses côtés pour l'aider à se rétablir* ».

L'équipe va régler le problème 7 jours seulement avant le survol de Pluton. La mission est à nouveau sur les rails. Bientôt un flot d'images déferle, et cela s'améliore de jour en jour.





Leslie Young (planétologue) : « la semaine dernière, on a obtenu des données fabuleuses. On piaffe d'impatience ! ».



Andrew Cheng (planétologue) :

« la prochaine image envoyée par Lorri sera une image complète de Pluton, et on pense qu'elle sera vraiment révélatrice. Je suis très impatient de la recevoir ».

**14 juillet 2015**

C'est la fête en France, mais c'est aussi un jour qui sera mémorable pour l'équipe de New Horizons.



Pris à près de 800 000 km de distance, voici le dernier portrait de Pluton avant le survol rapproché. Selon les scientifiques, les zones claires seraient de la glace ; quant aux zones sombres, cela pourrait être une couche de molécules organiques provenant de l'atmosphère.



Les images envoyées par NEW HORIZONS deviennent meilleures de jour en jour.



Ouahh ! Et voilà le cœur... la région en forme de cœur ... On en voit bien les contours ici. Il y a beaucoup de cratères. C'est époustouffant et impressionnant. Je n'ai jamais rien vu de pareil.

Mais il reste une dernière étape, la plus importante de toutes ; le public retient son souffle, tandis que l'équipe attend anxieusement un signal de la sonde confirmant que la sonde s'est approchée à moins de 13 000 km de la surface de Pluton, et que tous ses systèmes sont intacts.



NEW HORIZONS a-t-elle réussi son survol ? C'est l'attente....

Alice Bowman, la Directrice des Opérations annonce bientôt : « ici MMO Pluto One, la sonde est en bon état et on a enregistré les données du système Plutonien... New Horizons s'éloigne de Pluton ».



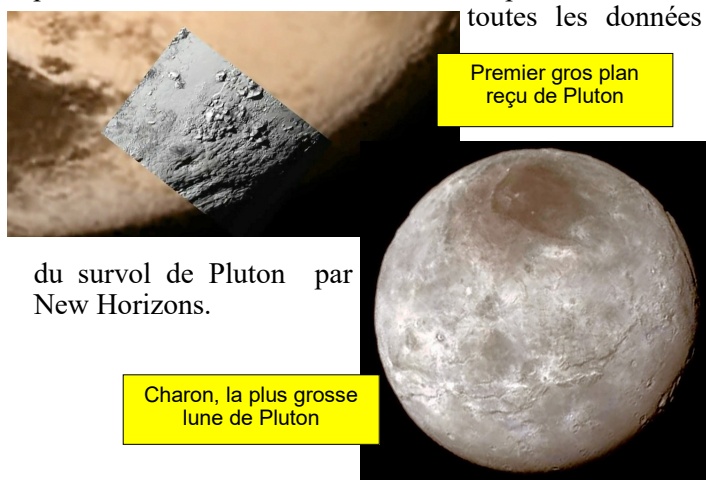
Les applaudissements crépitent et Alan Stern serre chaleureusement Alice Bowman dans ses bras .



Annette Tombaugh, très émue, participe à la joie collective dans la salle réservée au public.



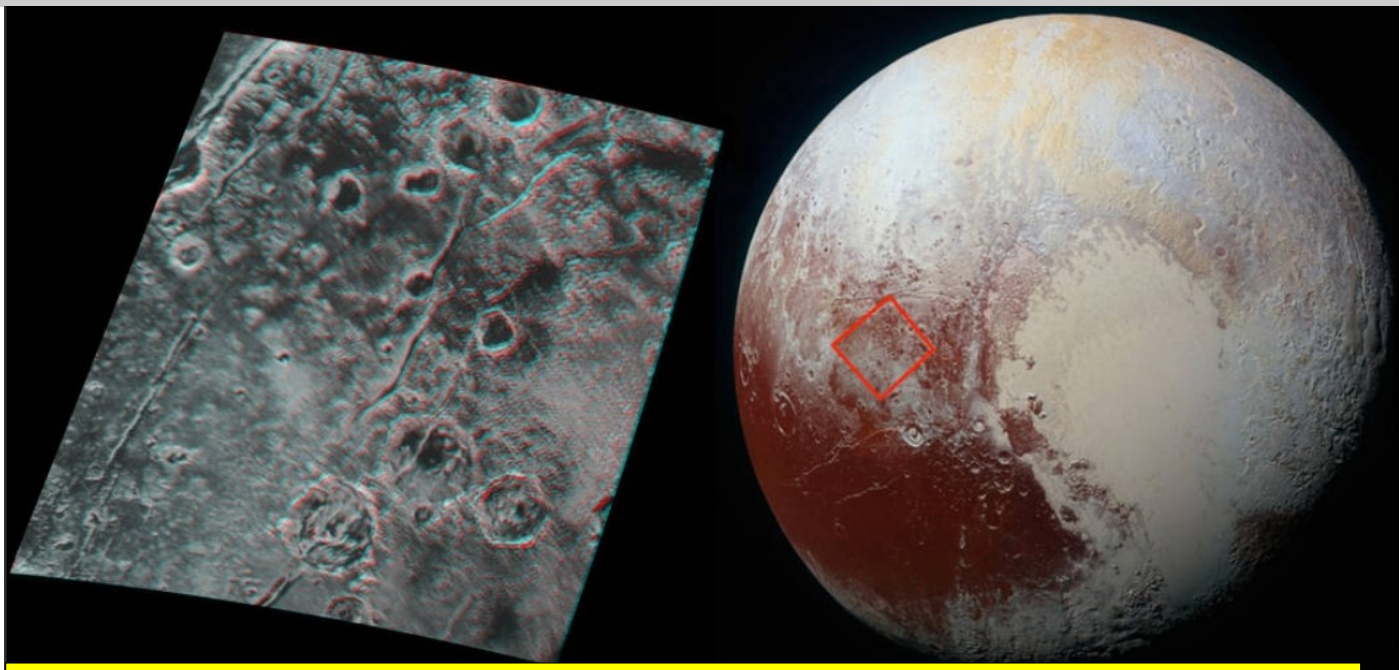
« On a réussi » dit fièrement Alice Bowman. La petite sonde a accompli un trajet de plus de 5 milliards de km dans l'espace, et ce n'est pas fini car il n'est pas question de rentrer à la maison... l'aventure continue, pour aller à la rencontre d'objets de la ceinture de Kuiper. Dès le lendemain, la petite sonde croisant à des milliards de km de la Terre a commencé à envoyer les premières images en gros plan de Pluton, avec ses montagnes de glace qui culminent à plus de 3 300 m, et sa plus grosse lune : Charon, quasiment dépourvue de cratères. Il faudra 16 mois pour transmettre toutes les données



Premier gros plan reçu de Pluton

du survol de Pluton par New Horizons.

Charon, la plus grosse lune de Pluton



Le fait que New Horizons se déplace au dessus de la surface de Pluton permet de créer une image en relief (zone encadrée) : un anaglyphe. Sortez vos lunettes 3D rouge et bleue !

Dessins intriqués qui se révèlent à la surface de « Sputnik Planum »

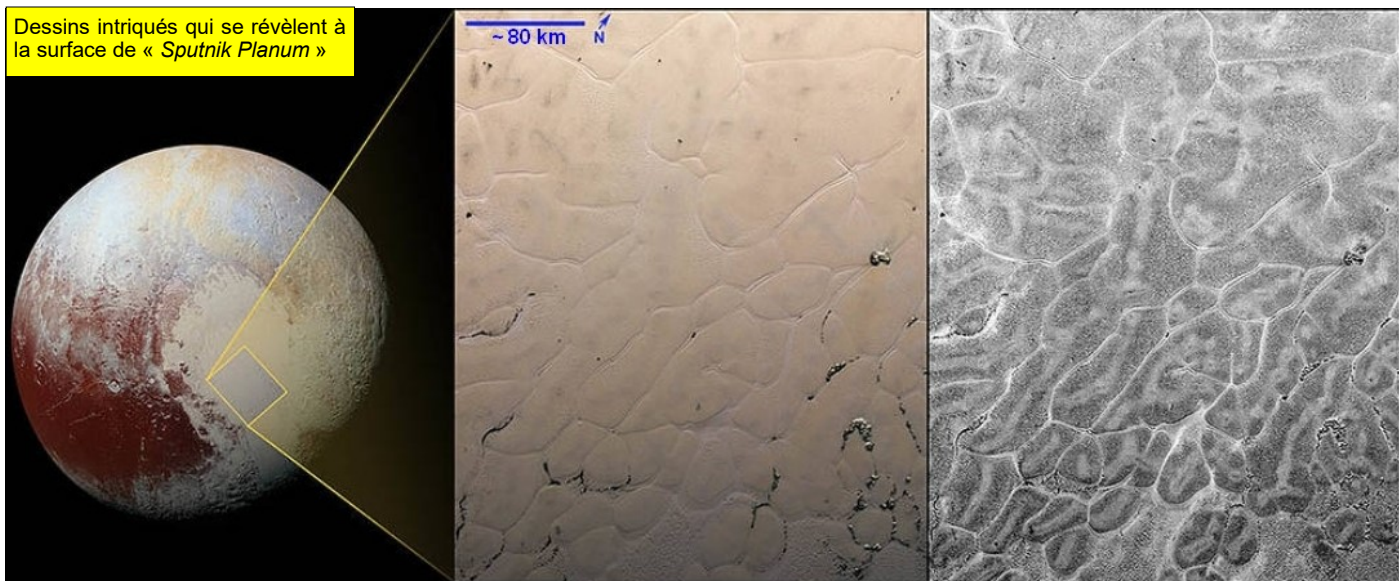
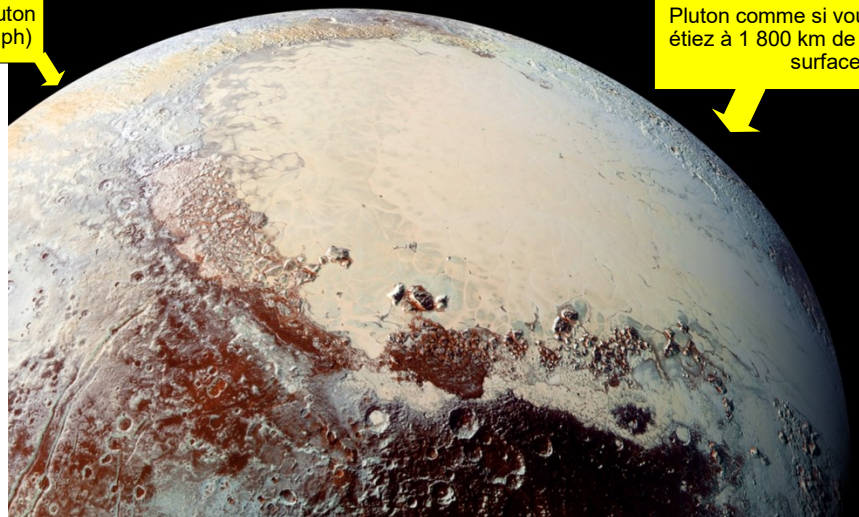


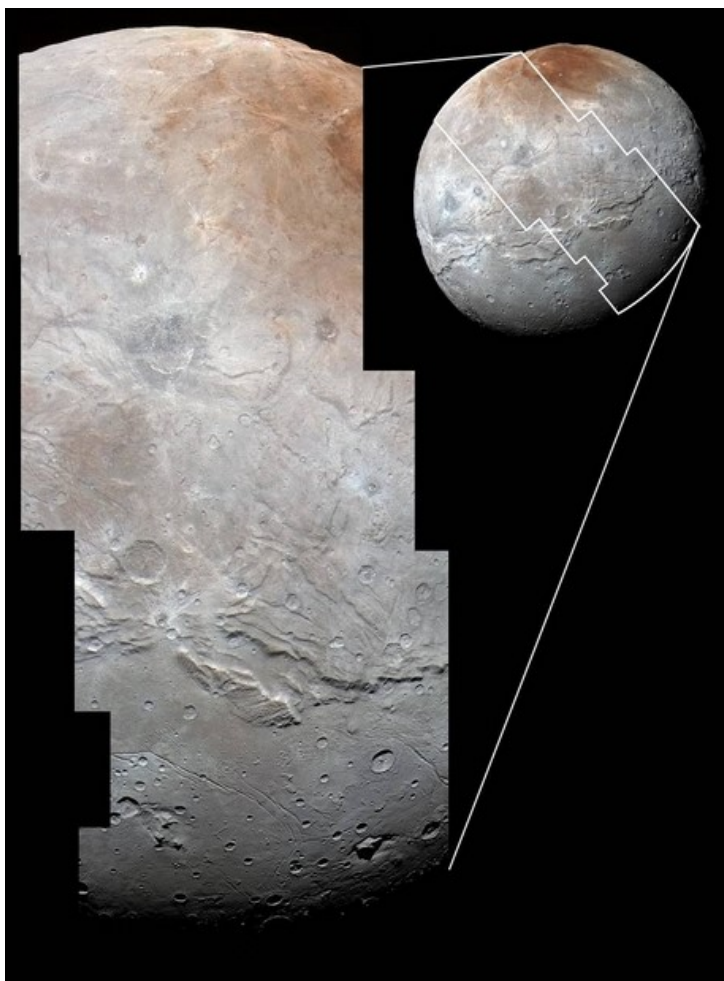
Image en haute résolution du « cœur » de Pluton (combinaison bleu, rouge et infrarouge obtenue par Ralph)

Pluton comme si vous étiez à 1 800 km de la surface...



Incomplet mais magnifique croissant de Pluton où son atmosphère se révèle de manière spectaculaire.

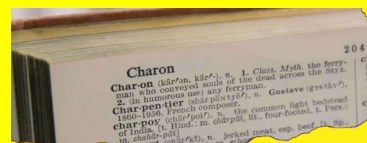




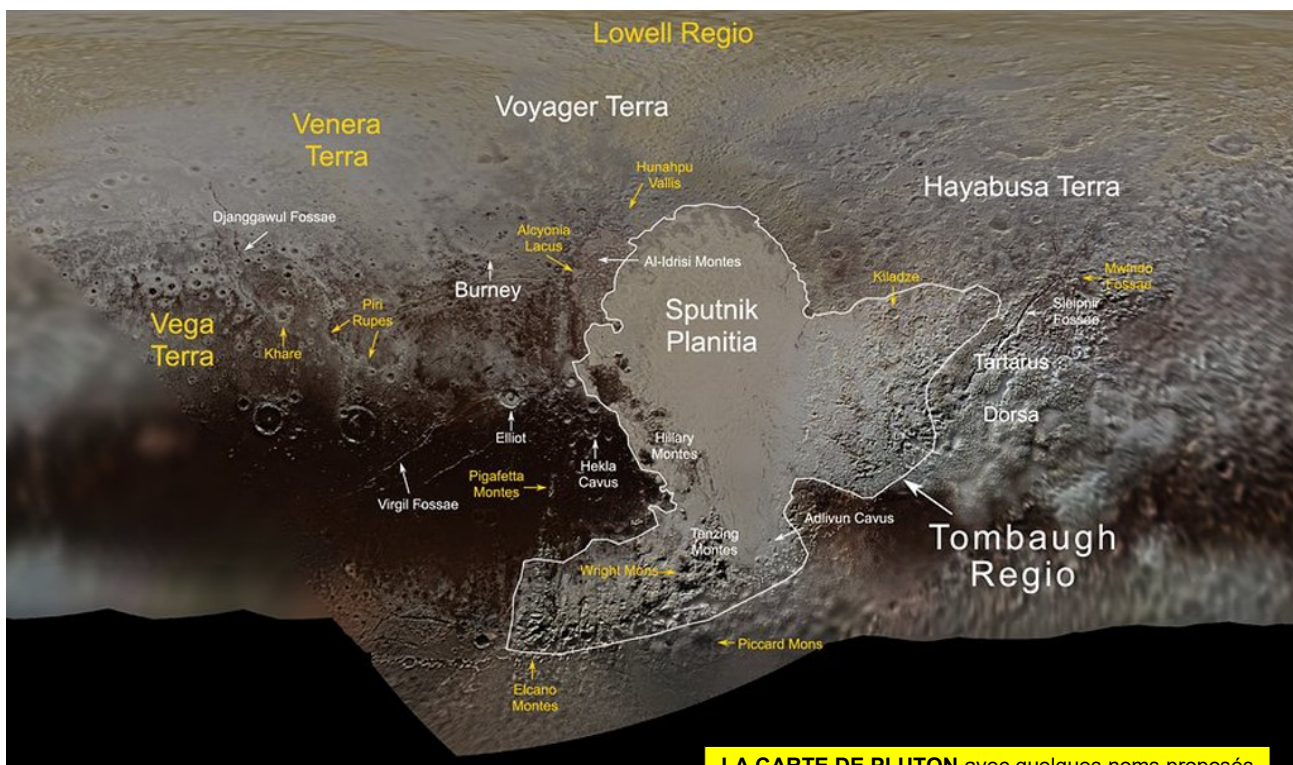
**Charon** : image en haute résolution prise par LORRI.



Ce satellite de Pluton a été découvert par James W. Christy le 22 juin 1978. Sa femme Charline lui a suggéré le « Char », et la mythologie a fait le reste...

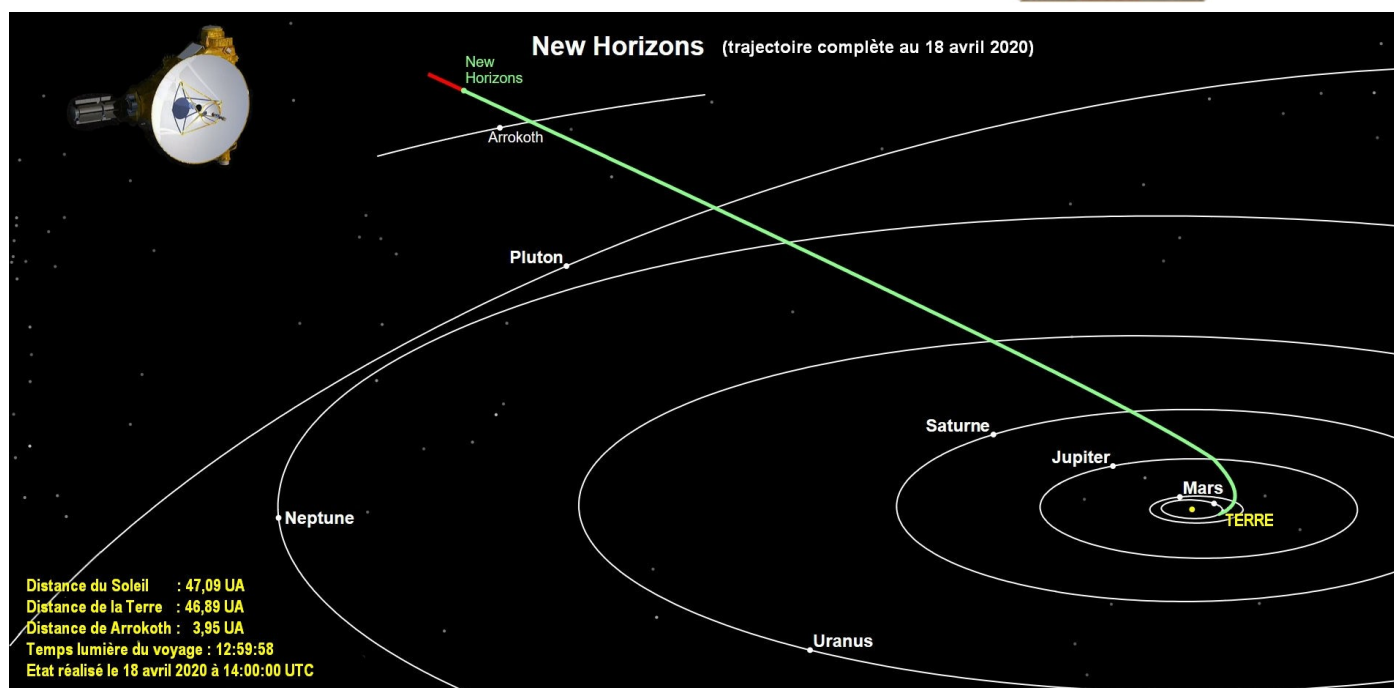


Le passeur convoyait les âmes à travers le Styx, la rivière qui séparait la Terre de l'Enfer



**LA CARTE DE PLUTON** avec quelques noms proposés par la NASA qui ont été officialisés par l'UAI.

A l'heure où cet article est écrit, New Horizons s'est déjà bien éloigné de son objectif initial Pluton, puisque qu'on lui a programmé un plan de vol pour explorer plus intimement la Ceinture de Kuiper et le logo de la mission a changé pour marquer cette évolution de la mission (cf. : photo ci-contre) ; mais où est donc la sonde aujourd'hui ? Pas de problème pour avoir la réponse car il suffit d'aller la chercher sur internet, et en ces temps de confinement COVID-19, voilà une affaire qui est devenu routinière : consulter le web pour avoir des informations, ou passer le temps, ou enrichir ses connaissances. En tout cas, New Horizons est en parfaite santé, pas du tout menacé par le virus qui nous assaille ici ; ses instruments fonctionnent à merveille, comme au jour du lancement. Voilà donc le plan de situation d'un objet conçu et fabriqué par l'homme, et pas plus grand qu'un piano, qui se ballade à des milliards de km de nous, dans un environnement astronomiquement grand :



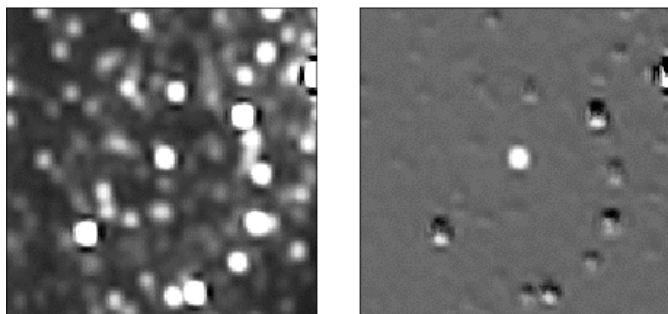
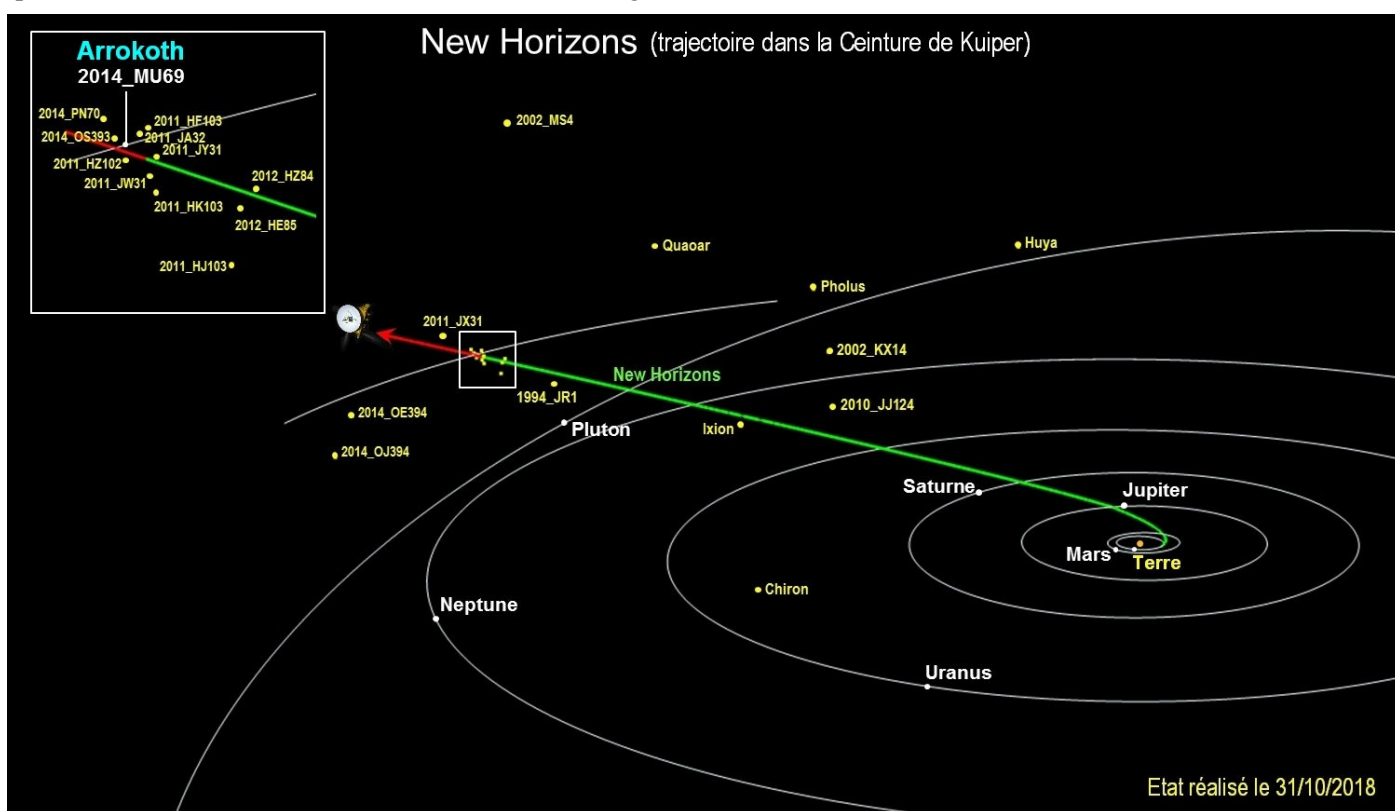
J'ai fait un petit calcul, et 46,89 unités astronomiques... ça fait un peu plus de 7 milliards de km, ce qui n'est rien pour les astronomes, mais je trouve cela fantastique de pouvoir communiquer avec cette poussière dans le cosmos. De plus, l'équipe de New Horizons travaille sur une mise à jour du logiciel embarqué pour améliorer les performances des instruments, avec bien sûr quelques tests ici, sur Terre, avant d'envoyer la chose là-bas à la vitesse de la lumière (bien lente en fait, cette vitesse...). Un trio des plus grands télescopes de la Terre, en particulier le télescope japonais Subaru et les télescopes américains Gemini et Keck seront mis en œuvre pour découvrir de nouveaux objets de la ceinture de Kuiper (KBO) afin de proposer de nouveaux objectifs d'étude pour New Horizons : des centaines de nouveaux objets de la Ceinture de Kuiper (KBO Kuiper Belt Objects) sont attendus. La plupart de ces KBO seront trop éloignés pour être étudiés à partir de New Horizons, mais quelques dizaines seront suffisamment proches pour que le vaisseau spatial puisse les « imager ». Bien que les objets ne soient que des points de lumière au loin, à des millions voire des dizaines de

millions de kilomètres du vaisseau spatial, les images de New Horizons seront précieuses pour étudier leurs propriétés de surface, leurs systèmes de satellites, leurs formes et leurs rotations d'une manière qui ne peut pas être accomplie depuis la Terre (en raison de leur grande distance et de nos angles de vision limités par rapport au système solaire intérieur). New Horizons mène des études sur les KBO depuis 2016, et il est passé à 3 500 km de *2014 MU69* le 1er janvier 2019 (nommé officiellement Arrokoth le 12 novembre 2019, ce qui veut dire *ciel* en langage Powhatan / Algonquin), mais baptisé au préalable par le grand public *Ultima Thule* (*au-delà du monde connu*) en mars 2018.



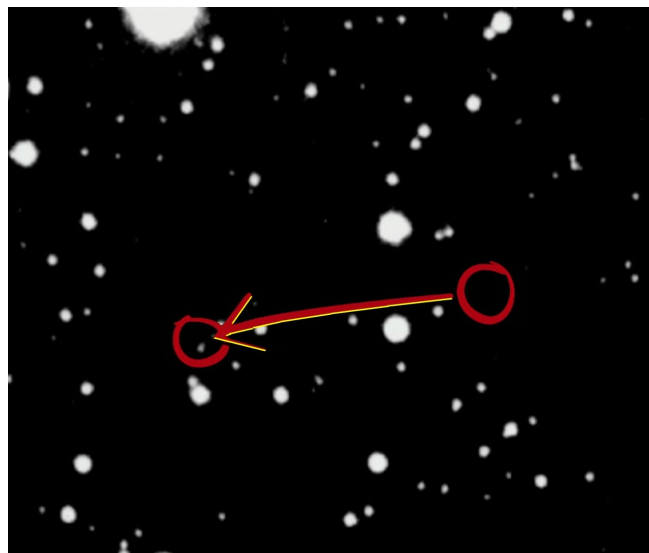
Suite à son survol rapproché de Arrokoth, l'équipe de New Horizons a publié les premières indications d'une découverte dans la prestigieuse revue de recherche Science en 2019 ; une analyse beaucoup plus approfondie confirmant les premiers résultats a été publiée dans Science en février. La découverte porte sur la façon dont Arrokoth a vu le jour, et par déduction la plupart des autres *planétésimaux* primordiaux (ou blocs de construction planétaires). Pendant de nombreuses années, il existait deux modèles mathématiques concurrents de formation des planètes. Les données de New Horizons montrent, sans aucun doute, qu'un seul de ces modèles - appelé diversement le modèle « instabilité du streaming »

ou « effondrement du nuage de galets » - peut produire un objet comme Arrokoth. La forme détaillée, la géologie et l'alignement des deux moitiés, ou *lobes* d'Arrokoth, les images, les spectres de composition et les données de couleurs de New Horizons sur Arrokoth indiquent tous que ce modèle est la façon dont Arrokoth s'est formé. Cette découverte a été résumée dans un communiqué de presse du 13 février. C'est peut-être la découverte la plus percutante de la mission New Horizons jusqu'à présent, montrant comment les planètes se sont formées, tout en réglant ce qui a été littéralement un duel de modélisation informatique entre des théories concurrentes et qui a duré pendant plusieurs décennies.



Images prises par LORRI (*Long Range Reconnaissance Imager*) le 13 décembre 2018 lors de l'approche de 2014 MU69. Ultima Thule émerge progressivement des étoiles et devient plus brillant...

**Souhaitons bon voyage à New Horizons, car le vaisseau spatial n'a pas fini de découvrir des horizons nouveaux... tant qu'il ne sera pas intercepté par quelques extra-terrestres curieux.**

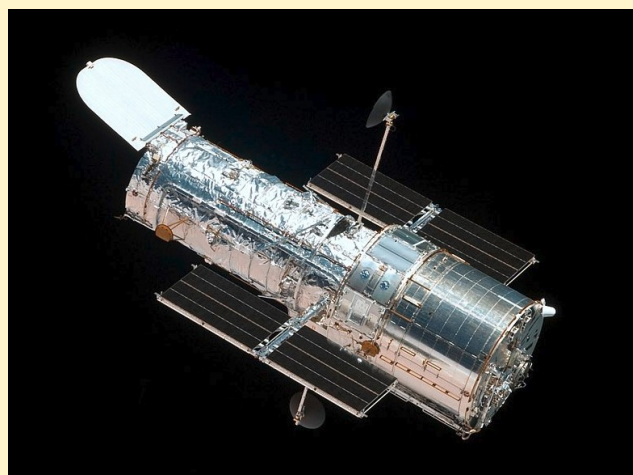


Déplacement de Pluton vu par Clyde Tombaugh (cf. page 24)

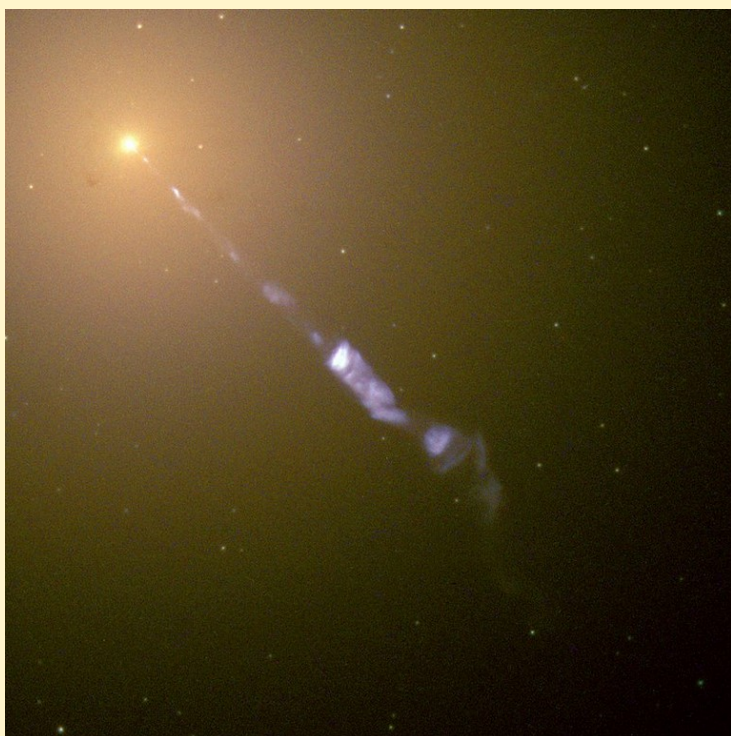
# C'est arrivé ce jour-là...

## Mai 1990, il y a 30 ans

Le télescope Hubble est en orbite autour de la Terre depuis maintenant 26 ans. Prévu à l'origine pour ne fonctionner que jusqu'en 2005, le télescope spatial a régulièrement reculé l'âge de départ à la retraite. L'idée du projet date des années 1920 dans la tête d'un Allemand passionné de Jules Verne, Hermann Oberth. Dans les années 1940, c'est l'astrophysicien Lyman Spitzer qui évoque l'idée d'un grand télescope spatial en orbite. Dans les années 1960, la communauté scientifique adhère finalement au projet et le financement est validé par le congrès américain en 1977. Le budget, constamment revu à la baisse, force les ingénieurs à réduire la taille de l'instrument qui passe de 3 m 50 à 2 m 40. En 1983, il est baptisé Hubble, en l'hommage à l'astronome américain qui a démontré l'expansion de l'univers et sa construction est achevée en 1985. Il doit être placé en orbite par une navette spatiale en octobre 1986 mais,



à la suite de l'accident de la navette Challenger le 28 janvier 1986, la Nasa annule tous les lancements. Le télescope Hubble est finalement mis en orbite le 24 avril 1990, quelques mois seulement après la disparition d'Hermann Oberth qui n'aura jamais vu son rêve se concrétiser. Les tests commencent et, le 20 mai 1990, il transmet sa première image. Une conclusion s'impose : le miroir est affublé d'une énorme aberration sphérique : il est myope. Pour sauver Hubble, 7 astronautes décollent à bord de la navette Endeavour en 1993. Ils doivent l'équiper d'un correcteur pour lui rendre toute son acuité visuelle. En mai 1994, le télescope spatial est témoin de la dislocation de la comète Shoemaker-Levy 9 et des impacts de chacun des morceaux sur Jupiter. Quelques jours plus tard, il confirme, avec ses images, l'existence d'un trou noir au centre de la galaxie M87. L'année suivante, le télescope spatial Hubble prend une photo de la nébuleuse de l'Aigle M16 dans laquelle se trouvent ce qu'on appelle désormais « les piliers de la création », elle devient l'une des images les plus célèbres de l'espace.



*Cette photographie du Télescope spatial Hubble montre le jet de matière éjecté de M87 à une vitesse proche de celle de la lumière, qui s'étend sur 5 000 al du cœur de la galaxie.*





« Les piliers de la création », M16, Hubble, 1995

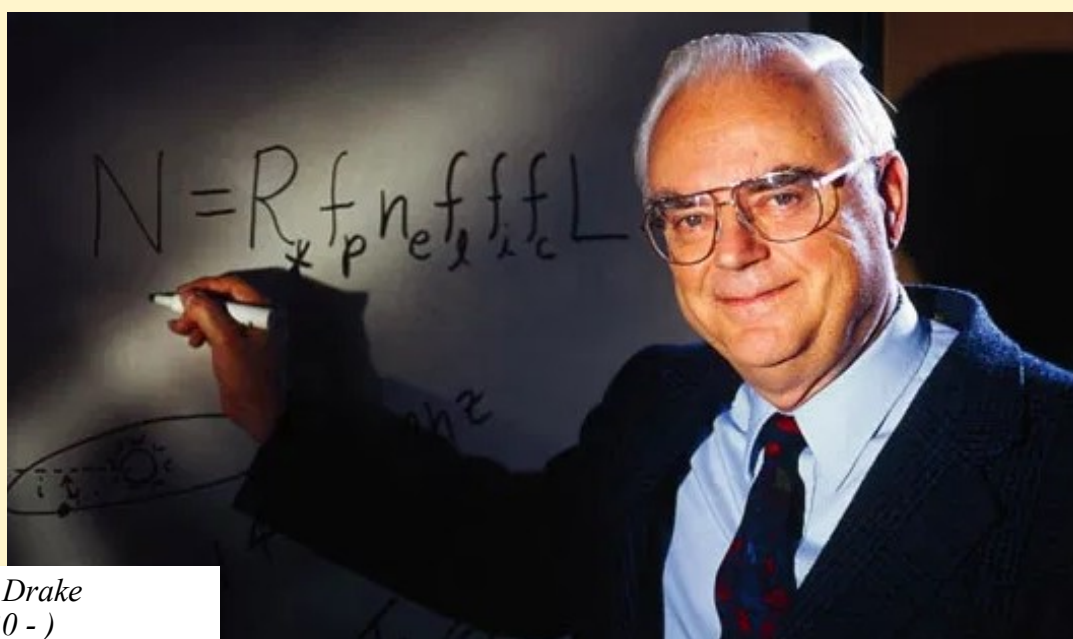
## Mai 1930, il y a 90 ans

Frank Drake est né le 28 mai 1930. Il est diplômé de Harvard en section radioastronomie. Il est connu pour être l'initiateur du projet SETI (la recherche de la vie extraterrestre). En 1961, il écrit sa fameuse équation pour évaluer, en fonction de nombreux paramètres, le nombre de civilisations extraterrestres dans l'univers. En 1974, il rédige un message à destination des éventuelles civilisations se trouvant dans la direction de l'amas globulaire M13 dans la constellation d'Hercule. Le message a été envoyé par le grand radiotélescope d'Arecibo. Le message n'arrivera à destination que dans 21 000 ans. Nous savons aujourd'hui que les exoplanètes sont communes dans la Galaxie, Frank Drake est convaincu que, quelque part dans l'univers, une forme de vie intelligente nous attend. Dans l'équation de Drake, seul le nombre d'étoiles dans la Galaxie est à peu près connu : 200 milliards. Le paramètre suivant, le nombre d'étoiles qui présentent un cortège planétaire, peut maintenant être estimé avec plus de réalisme. Les choses deviennent plus compliquées avec les paramètres suivants : les paramètres biologiques. Difficile en ef-



*Le radiotélescope d'Arecibo*

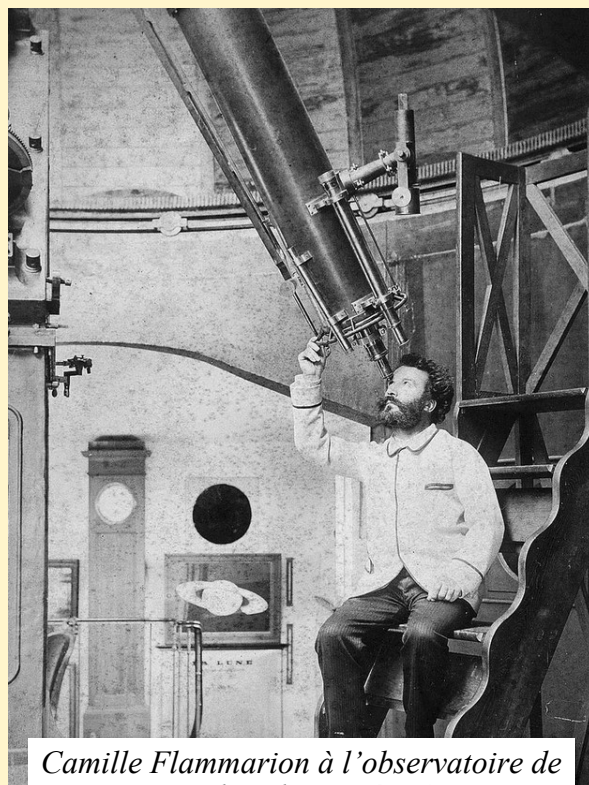
fet de les estimer lorsque, déjà sur Terre, il est difficile d'expliquer clairement l'apparition de la vie. Encore plus difficile est l'évaluation des conditions propices à l'évolution vers une forme de vie plus complexe et intelligente. Et que dire de la nécessaire tendance à développer une technologie, et qui plus est, une technologie utilisée pour converser avec le reste de la Galaxie... Rien d'étonnant donc à ce que les estimations du nombre de civilisations, résultat du produit de tous ces paramètres varient de 1, la nôtre, à 1 million.



*Frank Drake  
(1930 -)*

## Mai 1910, il y a 110 ans

“Le monde continue. La fin du monde est remise. La comète a passé comme une bombe qui rate”. C’est ce qu’on pouvait lire dans le Figaro dans un article écrit par M. André Beaumier à propos du passage de la comète de Halley près de la Terre le 19 mai 1910. A cette date la comète est passée tout près de notre planète et beaucoup de savants avaient prédit la fin du monde. La Terre devait passer dans la queue de la comète et les gaz qu’elle contient, notamment le cyanogène devaient empoisonner l’atmosphère terrestre et le monde périrait. Heureusement, le seul spectacle offert par la comète s’offrait à tous dans le ciel. Elle était visible à l’œil nu, même en pleine ville avec une queue de 120°. Dans sa conférence du 1<sup>er</sup> juin 1910, Camille Flammarion indique que dans aucun des observatoires à travers le monde, la moindre perturbation, atmosphérique, magnétique, ou dans les ondes hertziennes, absolument rien n’a pu être décelé, excepté peut-être les observations de Jean Mascart, de l’observatoire de Paris, envoyé spécialement à Ténériffe qui a signalé une lumière zodiacale, particulièrement intense. C’est une lueur du ciel noc-



*Camille Flammarion à l’observatoire de Juvisy dans les années 1880*

turne due à la diffusion de la lumière solaire sur le nuage de poussières dans le plan du système solaire. Rien de spécial donc, comme si la queue de la comète n’avait pas touché la

Terre, alors qu’elle avait provoqué une véritable folie médiatique jusqu’à la prévision de la fin du monde...



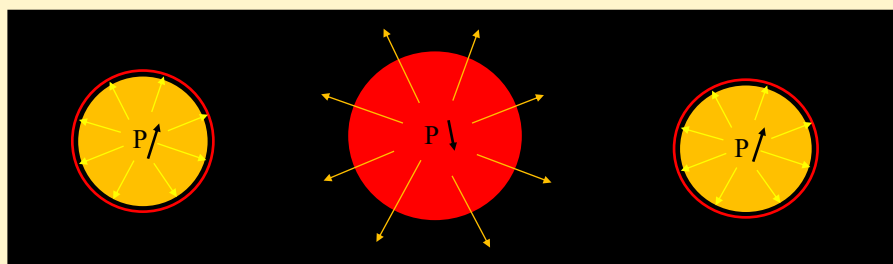
*Une du Petit Parisien, Supplément littéraire illustré du 15 mai 1910 - source : RetroNews-BnF*

# Les Céphéïdes (2)

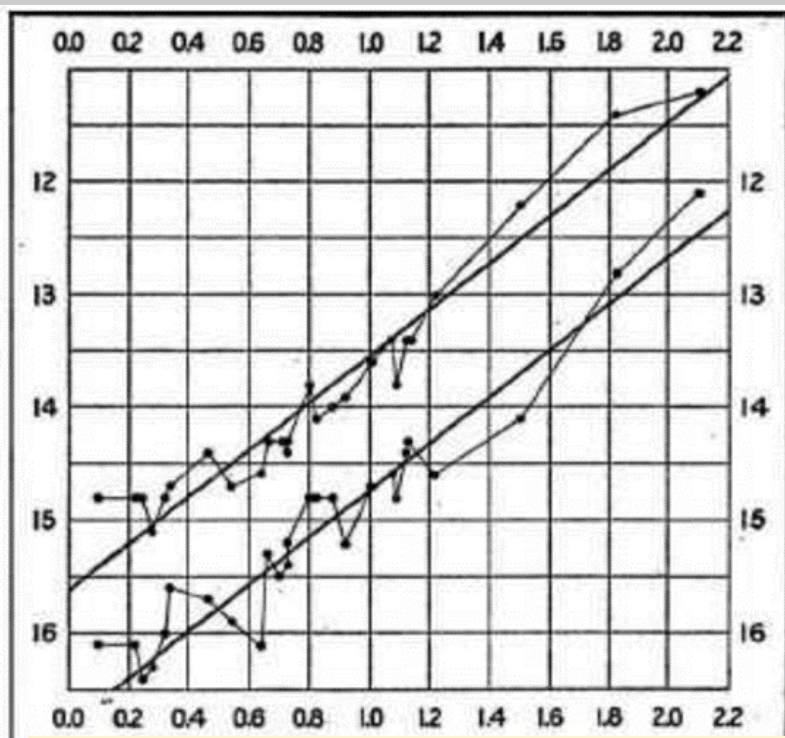
## La relation Période - luminosité

*Lionel*

Les céphéïdes sont des étoiles massives qui se trouvent dans une phase instable de leur vie (voir Albireoscope n°89, février – mars 2019). En étudiant 25 céphéïdes du Petit Nuage de Magellan, Henrietta Leavitt constate qu'elles peuvent être caractérisées par deux paramètres : la période de variation qui s'échelonne entre 1,25 et 127 jours et la magnitude visuelle, qui varie entre 11,2 pour la plus brillante à 16,4 pour la moins brillante. Le mécanisme de variation d'éclat des céphéïdes (voir encadré) montre bien que ce sont les étoiles les plus grosses, les plus brillantes qui ont les périodes de pulsations les plus grandes. Les Céphéïdes d'Henrietta Leavitt



Les céphéïdes sont des étoiles en phase de combustion centrale de l'hélium. Lorsque l'étoile entre dans la phase d'instabilité les couches externes sont soumises à des variations de pression. Une compression conduit à une ionisation de l'hélium présent dans les couches proches de la surface. L'hélium ionisé absorbe les rayons lumineux, il devient opaque au rayonnement et agit comme un écran, qui, poussé par la pression de radiation, fait gonfler l'enveloppe de l'étoile comme un ballon. En gonflant, la surface de l'étoile augmente. En se détendant, l'enveloppe se refroidit et les ions d'hélium se recombinent avec les électrons pour reformer des atomes d'hélium. L'atmosphère redevient transparente, perméable aux photons et retombe vers l'étoile. Ce mécanisme est d'autant plus rapide que l'étoile est petite, voilà pourquoi la période de variation d'éclat est grande pour les plus grosses des céphéïdes qui sont bien sûr les plus lumineuses.



Courbes Période-luminosité tracées par Henrietta Leavitt (Leavitt et Pickering 1912)

En abscisse le log de la période en jours, en ordonnée la magnitude photographique. Les deux courbes représentent les magnitudes maxi et mini.

On constate que plus la période est longue, plus la céphéide est lumineuse.

On pensera tout de même à elle à l'occasion du prix Nobel, de 1924 !

Ses recherches sont reprises par **Ejnar Hertzsprung** en 1913. C'est à lui qu'on doit le terme de « céphéides », et il va tenter de calibrer la formule pour en faire une relation période-magnitude absolue. Le problème de l'époque est qu'aucune céphéide n'est

proche, en tout cas pas à moins de 100 al et la méthode géométrique de la parallaxe pour déterminer une distance est inopérante. Les instruments de l'époque ne permettent pas d'atteindre la résolution



Ejnar Hertzsprung (1867 - 1973)

nécessaire à la mise en évidence d'une parallaxe annuelle (petit mouvement apparent de l'étoile dû au mouvement de la Terre autour du Soleil). Il s'appuie sur la méthode de la parallaxe statistique qui est basée sur le mouvement d'ensemble d'un amas d'étoiles. En

utilisant un groupe de 13 céphéides de la Galaxie, il fait une erreur et sous-estime leur distance qui doit pourtant lui servir pour calibrer la formule : il les pense 10 fois plus près qu'elles ne sont en réalité. Entachée de cette erreur d'étalonnage, la relation période-magnitude absolue devient la suivante :

$$M_v = -2,1 \log P - 0,6$$

étant toutes situées dans le Petit Nuage de Magellan, c'est-à-dire toutes à la même distance de 199 000 al de la Terre, les différences de luminosité sont uniquement dues à des différences de luminosité intrinsèque et non à des différences de distance vue de la Terre (Henrietta Leavitt est consciente de ce fait bien qu'on ignore à l'époque la valeur de cette distance). Elle sent qu'il existe une relation remarquable entre la période et la luminosité. En se servant du logarithme de la période plutôt que la période elle-même, elle établit une relation linéaire entre les deux paramètres :

$$m = -2,0332 \log P + 16,163$$

Henrietta Leavitt comprend la portée de sa découverte : il doit être possible de faire évoluer sa formule pour lier la période à la magnitude absolue, la vraie puissance de l'étoile et d'en déduire facilement la distance, simplement en mesurant la période de variation d'éclat et la magnitude apparente. Mais la distance du Petit Nuage de Magellan n'est pas connue et il faut calibrer la formule à partir d'une céphéide dont on connaît par ailleurs la distance. Henrietta Leavitt ne va pas poursuivre ses recherches et elle meurt en 1921.

elle place le Petit Nuage de Magellan à 30 000 al de chez nous, bien moins que les 199 000 al connues aujourd'hui.

Mais cette distance établit une nouvelle perspective sur les distances dans l'Univers puisqu'à l'époque, la distance la plus lointaine connue était celle de l'amas des Hyades, dans la constellation du Taureau, à 130 al (151 al actuellement). Ces erreurs, il les doit d'une part à l'imprécision de la méthode de la parallaxe statistique et d'autre part au rougissement de la lumière des étoiles situées dans le plan de la Galaxie, à cause de la présence de poussières ; cet effet était ignoré.

**Harlow Shapley** reprend le flambeau en 1920. Il



Harlow Shapley  
(1885 - 1972)

effectue de nouvelles calibrations avec de nouvelles observations, notamment celles de céphéides dont il détermine indépendamment la distance en étudiant d'autres étoiles variables dans les amas globulaires : les RR Lyrae.

La relation période-luminosité devient peu à peu une relation période-magnitude

absolue ou, dit autrement, une relation période-puissance intrinsèque. Cette relation est fondamentale car la seule mesure de la magnitude apparente permet

immédiatement de calculer la distance de la céphéide.

Tout comme ces illustres astronomes, nous sommes également capables, à partir des céphéides du Petit Nuage de Magellan, d'établir une relation période-luminosité. Nous avons déjà mis en évidence leur variation d'éclat (voir Albireoscope n°89, février – mars), on voit également l'influence des différents paramètres de la relation : la figure 1 montre les variations de luminosité d'une céphéide brillante alors que la figure 2 montre celles d'une céphéide 22 fois moins lumineuse. C'est bien la moins lumineuse, et donc la plus petite, qui possède la période de variation la plus courte. Les relevés effectués sur les céphéides d'Henrietta Leavitt nous donnent les mesures suivantes regroupées dans un tableau comme celui utilisé par Henrietta Leavitt :

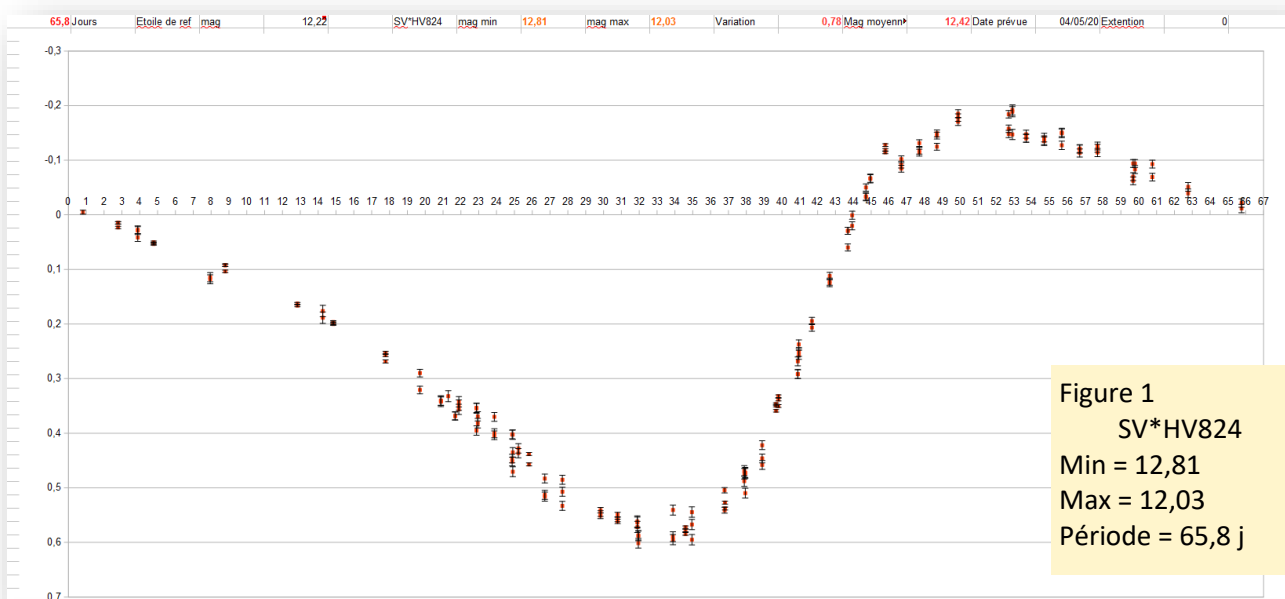


Figure 1  
SV\*HV824  
Min = 12,81  
Max = 12,03  
Période = 65,8 j

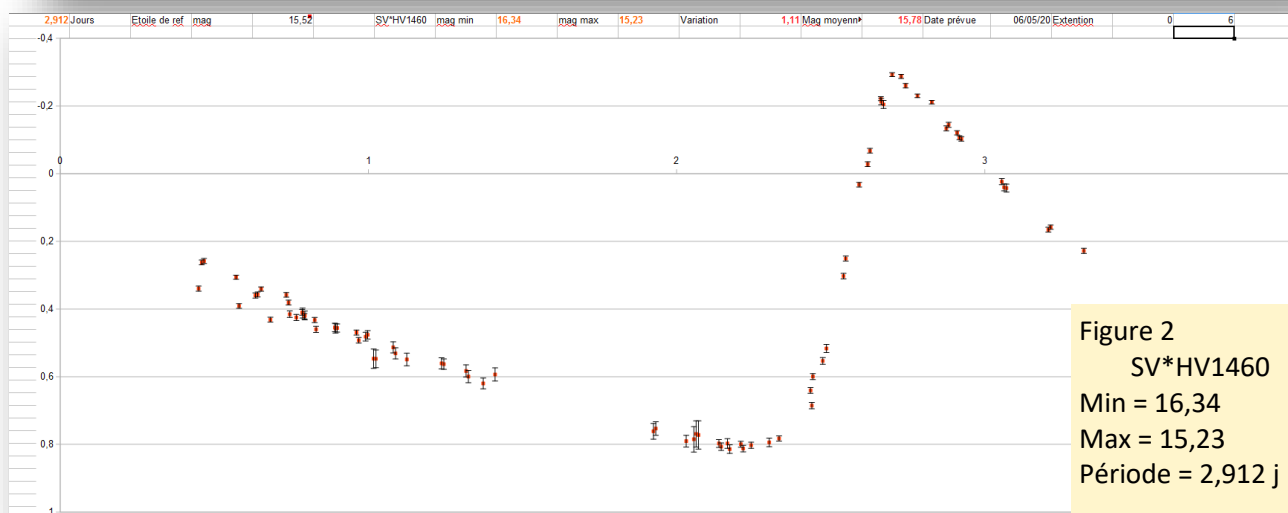
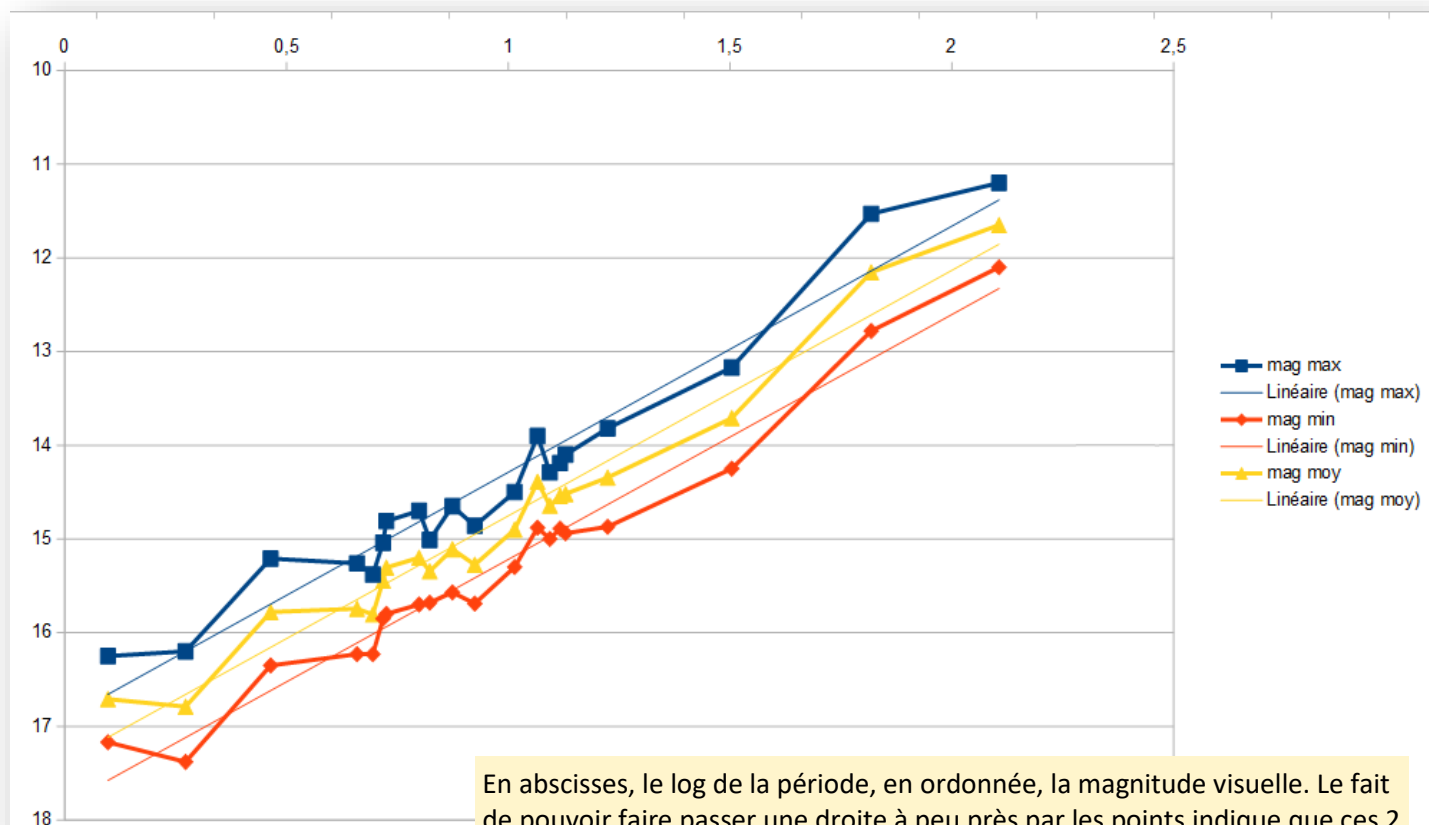


Figure 2  
SV\*HV1460  
Min = 16,34  
Max = 15,23  
Période = 2,912 j

HV	max	min	période	HV	max	min	période
1505	16,25	17,17	1,2512	1400	15,01	15,68	6,65
1436				1355	14,65	15,57	7,482
1446	16,2	17,38	1,872	1374	14,86	15,69	8,4
1506				818	14,5	15,3	10,335
1413				1610	13,9	14,88	11,64
1460	15,21	16,35	2,912	1365	14,29	15	12,41
1422				1351	14,19	14,89	13,085
842				827	14,1	14,94	13,46
1425	15,26	16,23	4,56	822	13,82	14,87	16,75
1742	15,38	16,23	4,95	823	13,17	14,25	31,9
1646	15,04	15,85	5,22	824	11,53	12,78	65,8
1649	14,81	15,8	5,31	821	11,2	12,1	127,7
1492	14,7	15,7	6,293				

HV : nom des céphéides      Max : magnitude maximum      Min : magnitude minimum  
Période de variation exprimée en jours. Ce tableau est à comparer à celui d'Henrietta Leavitt et Edouard Pickering (Albireoscope n°89, février – mars). Cinq céphéides sont inconnues des catalogues.

On peut également traduire ces mesures par un graphique qui montre la relation entre le logarithme de la période (en abscisse) et la magnitude apparente (en ordonnée). A la manière d'Henrietta Leavitt, on peut faire passer une droite par chacune des courbes : c'est la droite de régression linéaire.



En abscisses, le log de la période, en ordonnée, la magnitude visuelle. Le fait de pouvoir faire passer une droite à peu près par les points indique que ces 2 paramètres sont liés par une relation linéaire : la relation « période - luminosité », établie avec les magnitudes moyennes (en orange).

La droite orange, qui passe par les points moyens permet d'établir la fameuse relation période-luminosité

$$m = -2,6202 \log P + 17,373$$

A comparer à celle d'Henrietta Leavitt

$$m = -2,0332 \log P + 16,163$$

Cette égalité relie la période de variation d'une céphéide à sa magnitude apparente visuelle. Elle fonctionne pour les seules céphéides qui se trouvent dans le Petit Nuage de Magellan. Elle n'informe en rien sur la distance dudit Nuage (inconnue à l'époque), ni sur la luminosité intrinsèque des étoiles qui est traduite par un terme qu'on appelle la magnitude absolue. Cette valeur représente la puissance réelle d'une

étoile. C'est la magnitude qu'aurait l'étoile si elle se trouvait à 32,6 al (10 parsecs). Si on ramène fictivement toutes les étoiles à cette distance, on peut les comparer entre elles. On peut comparer leur luminosité en s'affranchissant de leur distance puisqu'on les place toutes à la même distance. Pour que la relation période-luminosité soit utilisable pour estimer la distance des céphéides, il faut transformer la relation période-luminosité en relation période – magnitude absolue.

Cette relation nous permettra alors, à partir de la mesure de la période de variation d'une céphéide et de sa magnitude apparente d'en déterminer la distance. C'est ce qu'ont fait Edwin Hubble et Walter Baade ; mais ça, c'est une autre histoire : rendez-vous dans le prochain épisode...

## La magnitude absolue

Contrairement à ce que pensaient les anciens, les étoiles ne se trouvent pas toutes à la même distance de la Terre, accrochées à la « sphère des fixes », auquel cas, les plus lumineuses seraient les plus puissantes et inversement. Nous savons depuis quelques siècles maintenant que les étoiles sont distribuées également en profondeur ce qui veut dire que les plus lumineuses ne sont pas forcément les étoiles les plus puissantes, ce sont peut-être des petites étoiles proches, et les moins lumineuses sont peut-être de très grosses étoiles, très brillantes mais à grande distance de la Terre. Pour pouvoir comparer les étoiles,

il faut les ramener virtuellement toutes à la même distance, les mettre sur un sphère des fixes fictive en quelque sorte, l'effet de distance ayant disparu, seul restera le paramètre de puissance intrinsèque. A cette distance qui vaut 10 parsecs (32,6 al), la magnitude de l'étoile est ce qu'on appelle la magnitude absolue. On peut bien évidemment le faire par le calcul car, à partir de la distance connue et de la magnitude apparente, il est aisé de calculer la magnitude absolue de n'importe quel objet (voir tableau ci-dessous).

Astre	Magnitude visuelle	Magnitude absolue	Luminosité par Rapport au Soleil
Soleil	-26,7	5*	
Véga	0	0,54	61 fois plus brillante
Étoile Polaire	1,95	-3,67	2937 fois plus brillante
Arcturus	0,15	-0,12	112 fois plus brillante
Deneb	1,25	-6,93	60 000 fois plus brillante
Bételgeuse	0,45	-5,47	15 400 fois plus brillante
Sirius	-1,45	1,44	26 fois plus brillante
Quasar 3C 273	12,9	-26,7**	4800 milliards de fois plus brillant

\* : à cette distance, le Soleil ferait partie des étoiles à la limite de la visibilité dans le ciel nocturne

\*\* : même à 32,6 al, le quasar 3C 273, éclairerait comme le Soleil en plein jour !



*Jean-François, depuis  
l'observatoire de Saint Véran*



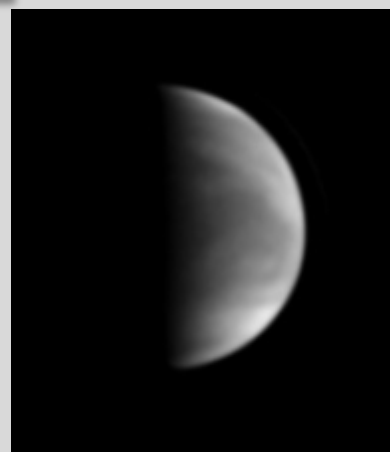
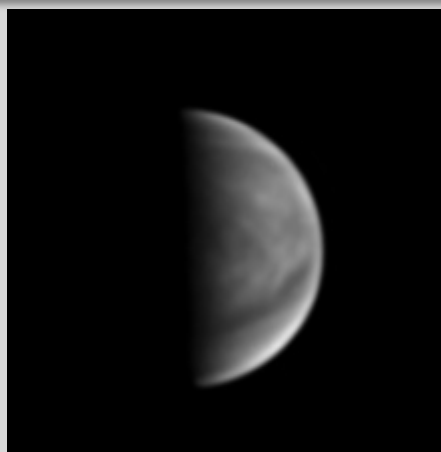
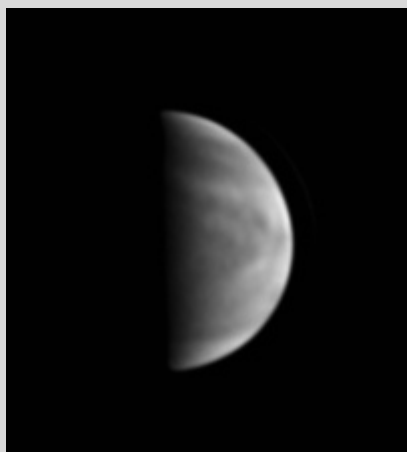


# Galerie

**Vénus**

**Philippe**

ETX90 + filtre UV

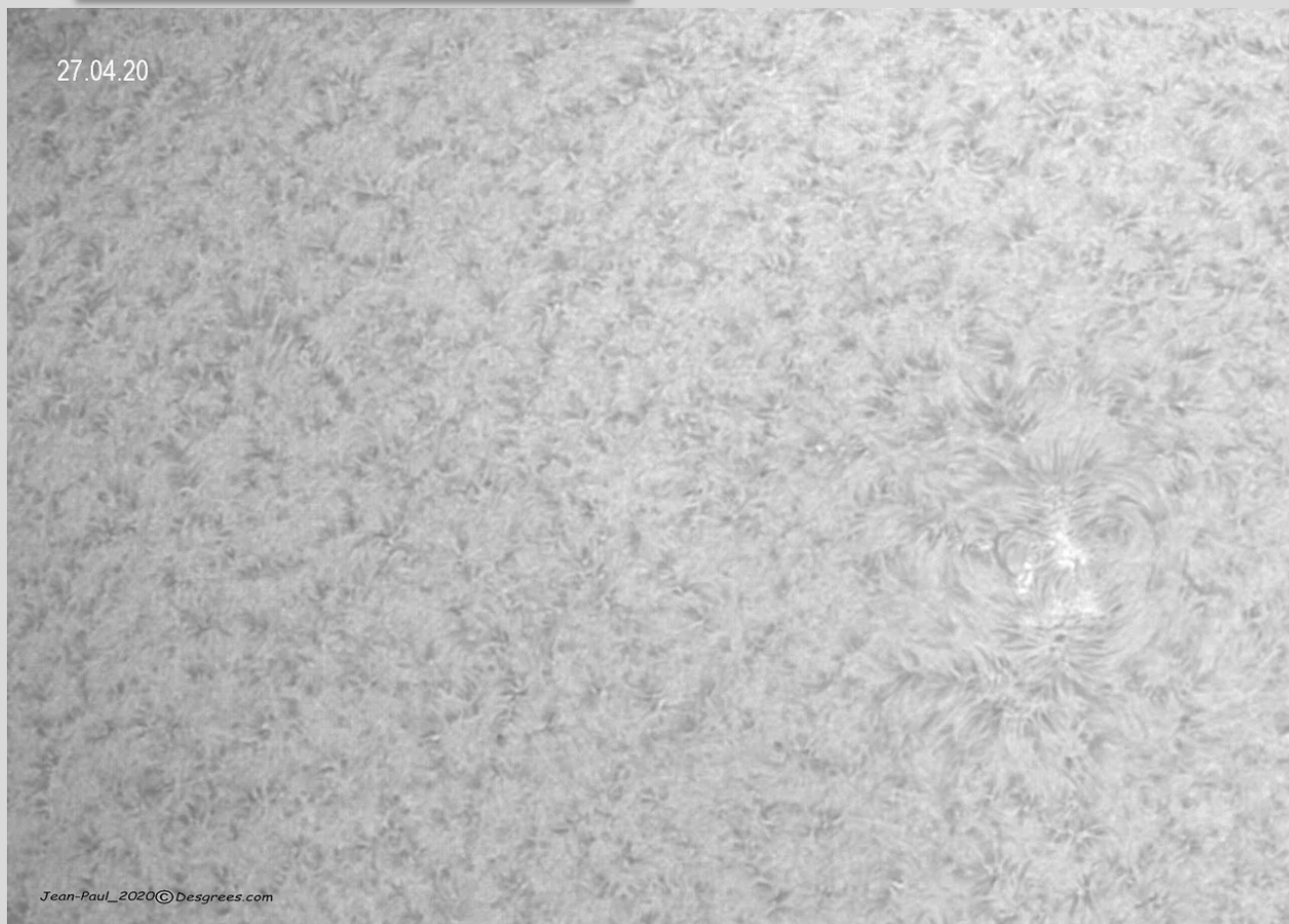


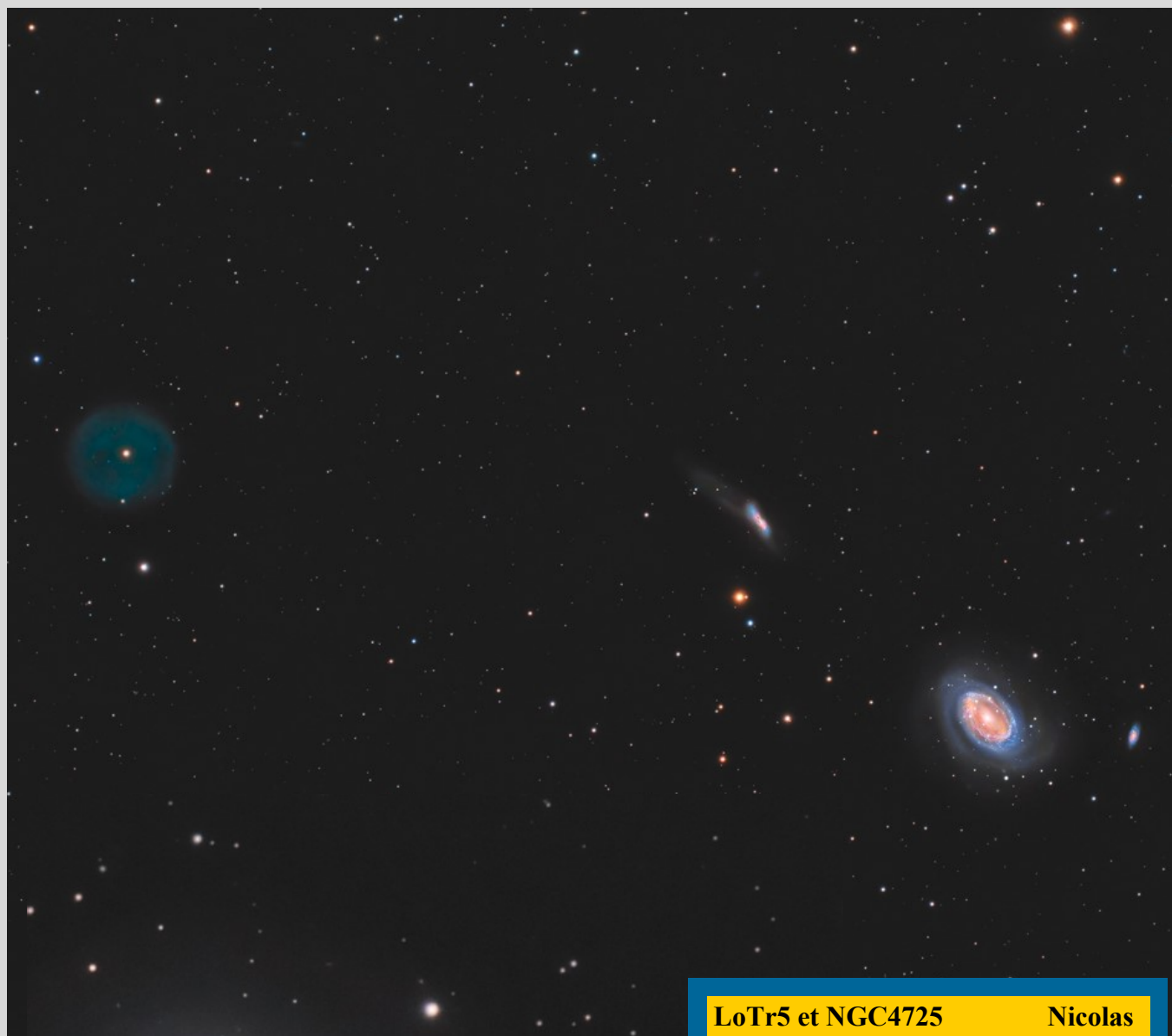
**Le Soleil**

**Jean-Paul**

En H alpha

27.04.20





LoTr5 et NGC4725

Nicolas



Gros plan sur NGC4725

**Albireo78**  
saison 2017-2018



**Albireo<sup>78</sup>**

1st - LOCAL WINNER



ASTROPHOTOGRAPHY AWARDS  
(Le prix du public, France)

albireo78.com

2 réunions par mois

**Des présentations**

Des actus astro  
Des exposés

**Des ateliers astro**

Niveau 1 pour utiliser et maîtriser son instrument  
Niveau 2 pour se lancer en astrophotographie  
Niveau 3 pour faire de la « science »

**Débutants ou plus confirmés pour 35€ / an**



*75 membres*

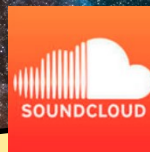


**Observations**

Gratuites et  
pour tous à  
Poigny-la-Forêt

**Newsletter**

*168 abonnés*



**« En route vers les étoiles »**

Notre émission radio  
12 saisons, 128 émissions,  
209 chroniques scientifiques

**Soundcloud**

*241 abonnés*



**SADR**

Notre observatoire en remote  
[www.sadr.fr](http://www.sadr.fr)

**DSO**

Deep Sky Objects  
Browser

6th Place



ASTROPHOTOGRAPHY AWARDS  
(Audience Awards, All Europe)

albireo78.com



**L'Albireoscope**

*48 abonnés*