

L'ALBIREOSCOPE



SOMMAIRE

I DOSSIER

Hubble, 23 déjà...

26 AL78 LOST

32 L'Islande

28 C'est arrivé ce jour-là...
les anniversaires
de décembre

42 Mots croisés

44 Galerie photos

Pendant cinquante ans,
c'était une idée,
mais depuis plus de 20 ans :
c'est une réalité.

Fruit de la NASA et de
l'ESA, le télescope spatial
Hubble est un des instru-
ments scientifiques les plus
puissants et les plus proli-
fiques jamais conçu par
l'homme.

C'est l'histoire d'un instrument qui a contribué énormément à mieux nous faire découvrir le ciel, en apportant une précision jamais atteinte dans notre perception de l'Univers, et en avançant toujours plus profondément vers les premiers âges de l'espace et du temps.



Prise en 2009, cette photo flamboyante de Hubble est celle d'une petite partie de l'une des plus grandes régions de la galaxie où naissent des étoiles : la nébuleuse de la Carène. Des tours d'hydrogène froid et de poussière enlacées se lèvent des bords de la nébuleuse. La scène n'est pas sans rappeler les classiques "Piliers de la Création" d'une photo de Hubble de 1995, mais elle est encore plus frappante d'aspect. L'image capte le sommet d'un pilier d'une grandeur de 3 années lumière fait de gaz et de poussière et qui est érodé par la lumière brillante des étoiles voisines. Le pilier est également poussé vers l'extérieur par les étoiles naissantes emprisonnées, et qui déclenchent des jets de gaz qui peuvent être vus comme des flèches dans l'air, s'échappant des sommets imposants. La NASA et l'Institut des sciences du Télescope Spatial (STScI), à Baltimore, ont célébré les 20 ans du voyage d'exploration de Hubble avec cette étonnante image.

La nébuleuse de la Carène est un nuage de gaz froid, constitué principalement d'hydrogène gazeux. Il est mélangé avec de la poussière, ce qui rend le nuage opaque. Le nuage est érodé par des geysers de lumière ultraviolette issus de jeunes étoiles au voisinage. Ils sculptent une variété de formes imaginaires, comme celles de nombreux têtards, etc. Dans certaines zones, de « petits » morceaux de nébulosité peuvent être vus librement à la dérive, comme le long de la structure en haut à droite. La caractéristique la plus frappante est ce long jet horizontal en haut de l'image. Il est propulsé dans l'espace par une jeune étoile cachée dans la pointe de la structure en forme de pilier. Une onde de choc s'est formée près de l'extrémité du jet, à gauche.

Les 20 ans de Hubble, c'était en 2010. *"Hubble est sans aucun doute l'un des projets scientifiques les plus reconnus et réussis dans l'histoire"*, a déclaré Ed Weiler, administrateur associé de la Direction des missions scientifiques de la NASA au siège, à Washington. *"La Navette spatiale de la mission de service l'année dernière a quitté un observatoire qui fonctionne à pleine capacité, ce qui lui donne un nouveau départ pour les réalisations scientifiques qui ont un impact sur notre société"*. Effectivement, 2009 était l'année de la dernière mission d'entretien et de mise à jour du télescope par les astronautes de la navette spatiale dont le programme allait être arrêté. Hubble devait donc poursuivre seul sa route en garantissant un bon fonctionnement au moins jusqu'en 2013, et nous sommes quasiment en 2014, et il est toujours en pleine forme.

L'observatoire spatial le plus âgé et le plus prolifique de la NASA (et de l'ESA qui a contribué aussi à sa conception et sa réalisation) a été lancé le 24 avril 1990, à bord de la navette spatiale Discovery

lors de la mission STS-31. Le télescope est nommé en hommage à l'astronome américain Edwin Hubble P., qui a découvert le premier, que de nombreuses nébuleuses d'étoiles et des galaxies sont bien au-delà de notre galaxie, la Voie Lactée.



C'est à Munich que les images d'Hubble arrivent en Europe puis sont distribuées aux scientifiques et astronomes.

Les découvertes de Hubble ont révolutionné presque tous les domaines de la recherche astronomique en cours, des sciences planétaires à la cosmologie. À ce jour, Hubble a observé plus de 30.000 cibles célestes et amassé plus d'un demi million de photos dans ses archives. La dernière mission de service de la navette vers le télescope Hubble en mai 2009 a fait de celui-ci un télescope 100 fois plus puissant que lorsqu'il a été lancé en 1990. Hubble ne voyage pas auprès des étoiles, des planètes et des galaxies. Mais il prend des photos de ces objets célestes en orbitant autour de la Terre à environ 28.000 km/h à l'heure (orbite de 97 minutes). Dans ses 20 ans d'existence, le télescope a fait plus de 110.000 voyages autour de notre planète. Avec ces rondes, Hubble aurait pu accumuler beaucoup de « miles » comme bon voyageur spatial, car il a parcouru pas moins de 4,5 milliards de kilomètres, ce qui représente la distance moyenne de Neptune au Soleil.

Hubble

photographié flottant dans l'espace, depuis la navette Columbia en 2002



Avec ces deux décennies d'observation du ciel, le télescope spatial Hubble de la NASA a fait plus de 930.000 observations et pris plus de 570.000 images de 30.000 objets célestes.



Sur cette photo : plusieurs milliers de galaxies dont certaines interagissent entre elles par gravitation, d'autres juste se formant. Hubble a saisi des choses existantes quand l'univers n'était âgé que de 2 millions d'années seulement.

La somme des observations pendant ces 20 ans a produit plus de 45 téraoctets de données. Et les astronomes qui utilisent les données de Hubble ont publié plus de 8.700 articles scientifiques, ce qui en fait l'un des instruments scientifiques les plus productifs jamais construits. Rien qu'en 2009, les scientifiques ont publié 648 articles de revues à partir des données du télescope spatial Hubble. La NASA, toutefois, n'a pas lancé le télescope dans l'espace pour se rapprocher des étoiles. Hubble effleure la haute atmosphère de la Terre en étant en orbite à près de 560 km au-dessus notre planète. L'étoile la plus proche, notre Soleil est 266.000 fois plus loin. Vu de près, le télescope spatial Hubble est toutefois un monstre de la taille d'un autobus scolaire (13,3 mètres de long) et qui pèse pas loin de 12 tonnes. Son miroir primaire fait un diamètre de 2,4 mètres. Le vaisseau spatial de for-



Le télescope Hubble fait un peu plus de 13 mètres de long.

On le compare souvent à la taille d'un typique bus scolaire américain.

me tubulaire semble avoir des ailes. Cependant, ces ailes ne sont pas utilisés pour voler. Elles sont constituées de panneaux solaires qui recueillent la lumière du soleil pour alimenter les divers instruments scientifiques et mécaniques du satellite.

Hubble est dans l'espace, car il peut voir l'univers plus clairement que nous le pouvons sur Terre. En regardant le ciel à travers un télescope basé au sol, c'est comme essayer d'identifier une personne sur le bord d'une piscine à partir du fond de celle-ci. Notre vision sera floue et distordue. Nous vivons au sol, sous la couche atmosphérique de la Terre et cet océan d'air trouble et disperse la lumière des étoiles : l'atmosphère constituée de gaz turbulent, de vapeur d'eau, de poussières va troubler, effacer tous les fins détails cosmiques. Les astronomes ont attendu longtemps un observatoire dans l'es-



pace pour s'affranchir de ce gros problème. Et cela ne s'est concrétisé que bien plus tard, grâce aux progrès technologiques accomplis. En étant positionné au-dessus de l'atmosphère, le télescope est en mesure de détecter précisément la faible lumière émise des étoiles et des galaxies lointaines avant que celle-ci ne soit distordue par la couche atmosphérique qui protège la Terre. Résultat : une image bien plus précise et nette que celle obtenue à partir du plus grand télescope sur Terre. La netteté de l'image obtenue ne va dépendre alors uniquement que de la qualité de l'optique du télescope.

Ainsi donc, Hubble peut prendre des vues cristallines du cosmos, car il est en orbite au-dessus de l'atmosphère terrestre, cet océan d'air qui salit et disperse la lumière des étoiles. Des scientifiques comme Lyman Spitzer ont proposé l'idée d'un télescope dans l'espace dans les années 1940. Il a fallu cependant près de 50 années de recherche et de planification pour obtenir un télescope spatial.

Quand Galilée utilise sa lunette astronomique, il y a 400 ans, pour voir les montagnes sur la Lune, les satellites entourant Jupiter, et une myriade d'étoiles dans la Voie Lactée, il lance une révolution qui changera notre vision d'un univers centré sur la Terre.

Le lancement du télescope spatial Hubble de la NASA à bord de la navette spatiale Discovery, il y a maintenant 23 ans, a lancé une autre révolution en astronomie. Pour la première fois, un grand télescope qui voit dans le spectre visible est en orbite au-dessus de l'atmosphère, à l'abri de ses distorsions qui brouillent la lumière des étoiles et rend les images floues. Les astronomes s'attendaient à faire de grandes découvertes avec le télescope spatial Hubble. Le télescope a répondu comme promis et continue encore aujourd'hui à éblouir les astronomes.

Galaxies

Les observations de Hubble de l'espace profond ont montré que l'univers était différent il y a longtemps, et prouve que le nombre de galaxies a augmenté au fil du temps par le jeu des fusions avec d'autres galaxies pour devenir les galaxies géantes que nous voyons aujourd'hui. Ces vues de l'univers profond ont également révélé que l'univers primitif était un terrain fertile pour les étoiles. Les observations ont montré que l'univers a fait jaillir une grande partie de ses étoiles dans un feu d'artifice torrentiel qui a brusquement illuminé le ciel très sombre moins d'un milliard d'années après le Big Bang. Aujourd'hui, bien des étoiles continuent à se former dans les galaxies, mais le taux de naissance des étoiles est inférieur à ce qu'il était il y a un milliard d'années.

Un univers en accélération

En observant les éclats de lumière des étoiles qui explosent dans le ciel profond, Hubble a fourni des éléments importants pour conforter l'existence d'une « énergie sombre » mystérieuse qui constituerait l'essentiel de l'énergie dans l'univers. Cette énergie sombre provoque une force répulsive qui travaille contre la gravité. Les observations de Hubble ont montré que l'énergie sombre pousse les galaxies à s'écarter à des vitesses de plus en plus grandes, ce qui développe l'univers à un rythme accéléré.

Quel âge a l'Univers ?

Les observations de Hubble ont permis aux astronomes de calculer un âge plus précis pour l'univers. La méthode repose sur la détermination du taux d'expansion de l'univers en mesurant les distances de dizaines de galaxies (une valeur appelée la constante de Hubble). Avec cette valeur de la constante de Hubble, les astronomes ont évalué l'âge de l'univers à environ 13,8 milliards d'années.

Les monstrueux trous noirs sont partout.

Hubble a sondé les régions denses des centres des galaxies et fourni des preuves décisives que des trous noirs super massifs résident dans les noyaux de presque toutes les grandes galaxies. Les trous noirs ne peuvent pas être observés directement, mais Hubble a permis de prouver leur existence par la mesure de la vitesse des étoiles et des tourbillons de gaz autour des noyaux galactiques. Le télescope a également montré que la masse du trou noir dépend de la masse de bulbe central de sa galaxie, hôte de très nombreuses étoiles. Plus est gros le renflement stellaire, plus massif est le trou noir. Cette relation étroite montre que les trous noirs peuvent avoir évolué avec leurs galaxies hôtes.

Les mondes au-delà de notre Soleil

Au moment du lancement de Hubble en 1990, les astronomes n'avaient pas trouvé une seule planète en dehors de notre système solaire. Maintenant, on connaît plus d'un

millier de planètes extrasolaires, pour la plupart découvertes par les télescopes au sol, que même les astronomes amateurs sont capables de détecter. Mais Hubble a fait des contributions uniques à la chasse aux planètes. Le télescope a fait les premières mesures de la composition chimique de l'atmosphère d'une planète extrasolaire en détectant le dioxyde de carbone, le méthane, l'eau et le sodium. Ces mesures franchissent une étape importante dans la recherche de la vie extraterrestre, en recherchant les signatures chimiques de la vie dans l'atmosphère d'une planète.

Hubble a également fait la première image en lumière visible d'une planète extrasolaire entourant l'étoile Fomalhaut. En outre, l'observatoire en orbite terrestre menait l'enquête sur les planètes extrasolaires au plus profond du bulbe central de notre galaxie, la Voie lactée où il a trouvé au moins 16 planètes potentielles.

Hubble est partout dans les esprits

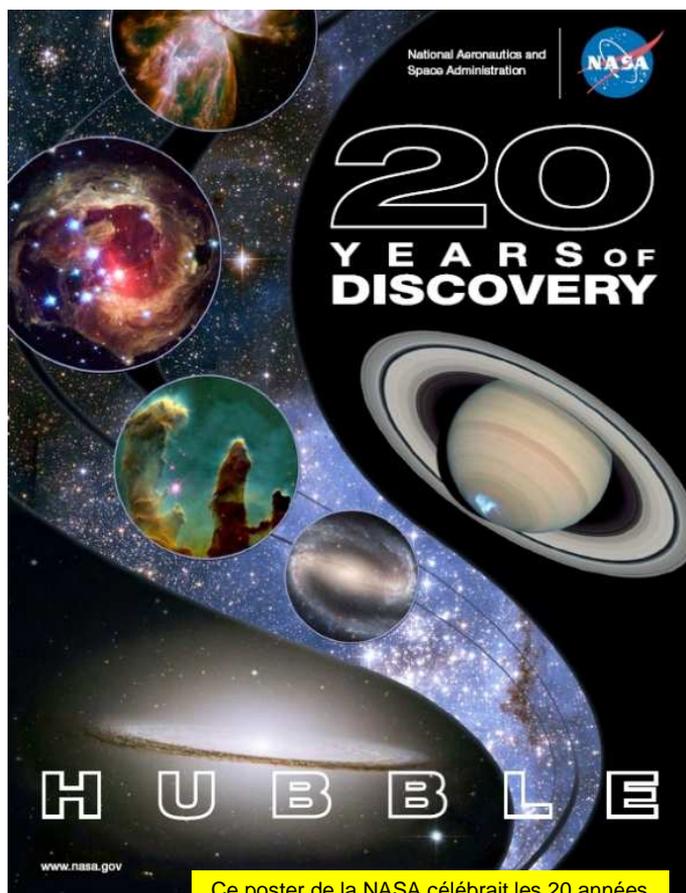
Le président Barack Obama : « *et je tiens à souligner en passant, que dans mon bureau privé juste à côté de l'ovale, j'ai l'image de Jupiter prise par Hubble* ».

Mario Livio, astrophysicien / Space Telescope Science Institute : « *demandez à n'importe qui le nom d'un télescope, Hubble est le nom qui revient toujours... Je veux dire, c'est le télescope que tout le monde reconnaît, et reconnaît les images de ce télescope, reconnaît son importance... Une des choses que Hubble a fait est qu'il nous a vraiment appris quelque chose au sujet de notre place dans l'univers et notre rôle en son sein. Nous voulons savoir comment l'univers a commencé, comment notre galaxie a débuté, comment la Terre a commencé et comment la vie sur Terre a-t-elle commencé ? Et nous voulons également savoir comment seront toutes ces choses à la fin... Nous parlons de questions alors que quelques dizaines d'années auparavant nous n'imaginions même pas les poser* ».

Todd Halvorson, Space Reporter à Florida Today : « *le public, le grand public semble avoir une histoire d'amour avec Hubble* ».

Les faits saillants de l'histoire de Hubble :

de l'idée d'un télescope spatial, proposé dans les années 1920, à la construction et au lancement de Hubble, et au-delà dans ses années glorieuses.



Ce poster de la NASA célébrait les 20 années de découvertes du télescope spatial HUBBLE

Hubble signifie aujourd'hui pour beaucoup de monde un télescope qui se promène là haut, au-dessus de nos têtes, mais peu de personnes connaissent l'astronome : Edwin Hubble, qui a donné son nom au télescope.



E. P. HUBBLE
(1889-1953)

Jeune garçon, Edwin Powell Hubble aimait lire des livres qui racontaient des voyages extraordinaires sous les mers, ou le « voyage au centre de la Terre » de Jules Verne, les aventures dans les montagnes reculées de l'Afrique du Sud ; ces histoires d'aventure romancées de Jules Verne ou de Henri Rider Haggard attisaient l'imagination du jeune Hubble pour les contrées lointaines. Il va ac-

complir ces rêves d'enfance en devenant astronome et explorer les galaxies lointaines avec un télescope, puis développer des théories célestes qui vont révolutionner l'astronomie.

Mais Hubble n'a pas abordé immédiatement l'astronomie. Il a étudié le droit en tant que boursier au Rhodes Queens College à Oxford, en Angleterre, et un an après avoir passé l'examen du barreau, Hubble a réalisé que son amour de la découverte des étoiles était plus grand que son attraction pour les affaires juridiques. Il a donc abandonné le droit pour l'astronomie : « *j'ai plaqué le droit pour l'astronomie et je savais que même si je devais n'être que le deuxième ou le troisième, c'était l'astronomie qui comptait* », a déclaré Hubble. Il a étudié l'astronomie à l'Université de Chicago et complète sa thèse de doctorat en 1917. Après avoir servi dans l'armée lors de la Première Guerre mondiale, il a commencé à travailler à l'observatoire du mont Wilson, près de Pasadena, en Californie, en étudiant les taches pâles de "brouillards lumineux" ou nébuleuses, aperçues dans le ciel nocturne. Les astronomes et Hubble étaient intrigués par ces nuages de gaz et voulaient savoir ce qu'ils étaient.

En utilisant le télescope Hooker de 100 pouces - le plus grand télescope à cette époque - Hubble a scruté le ciel au-delà de notre galaxie, la Voie Lactée, pour étudier un objet connu alors comme la nébuleuse d'Andromède. Il a découvert des étoiles particulières à la périphérie de cette nébuleuse et déterminé leur distance de la Terre ; ces étoiles, appelées étoiles variables, a permis à Hubble de montrer que la distance de la nébuleuse était si grande qu'elle ne pouvait qu'être en dehors de la Voie Lactée. La nébuleuse d'Andromède, était donc une galaxie séparée mais similaire à la nôtre. La découverte de la galaxie d'Andromède a contribué à changer notre compréhension de



Le télescope Hooker du Mont Wilson où Edwin Hubble faisait ses observations.

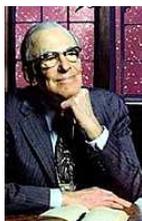
l'univers en prouvant l'existence d'autres galaxies. Hubble a également conçu le système de classification des galaxies, en les regroupant par tailles et formes, une classification que les astronomes utilisent encore aujourd'hui. Il a également obtenu de nombreuses preuves que les lois de la physique en dehors de notre galaxie sont les mêmes que sur la Terre : « *vérifier le principe de l'uniformité de la nature* », a-t-il dit. Comme Hubble poursuivait son étude, il a fait une autre découverte surprenante : l'univers est en expansion. En 1929, il a déterminé que plus une galaxie est éloignée de la Terre, et plus elle semble s'éloigner rapidement ; ceci est connu comme la loi de Hubble, et cette découverte est à la base de la théorie du Big Bang ; la théorie dit que l'univers a commencé après une énorme explosion cosmique et s'est développé depuis. La découverte de Hubble est considérée comme l'un des plus grands triomphes de l'astronomie du 20^{ème} siècle.

Albert Einstein aurait prédit la découverte de Hubble en 1917 quand il a appliqué sa théorie générale de la relativité nouvellement développée à l'univers. Sa théorie (l'espace est courbé par la gravité) prédit que l'univers ne peut pas être statique mais qu'il a dû se dilater ou se contracter. Einstein a trouvé cette prédiction si incroyable qu'il a modifié sa théorie originale pour éviter le problème. Après l'étude des découvertes de Hubble, Einstein a dit que les modifications de sa théorie était la plus grande erreur de sa vie...

1920 à 1970

De l'idée de concevoir et de construire.

1923- Le célèbre scientifique, spécialiste des fusées, Hermann Oberth publie un article qui invite à placer des observatoires en orbite.



Lyman Spitzer (1914 - 1997)

1946 - L'astronome Lyman Spitzer écrit un rapport intitulé « *les avantages astronomiques d'un Observatoire extraterrestre* », dans lequel il discute de la faisabilité de la construction, du lancement et de l'exploitation d'un satellite d'observation. Spit-

zer était un physicien théorique, et astronome. Il a fait des recherches sur la formation des étoiles, la physique du plasma. C'était aussi un homme qui aimait la montagne et l'escalade. Il a particulièrement suivi le programme de développement du télescope spatial Hubble. Il a donné son nom au télescope spatial Spitzer spécialisé dans l'infrarouge et lancé en 2003.

1957 : les Russes lancent le premier satellite, Spoutnik

1958 : le Congrès crée la National Aeronautics and Space Administration (NASA), une agence spatiale civile .

1962 : un groupe d'étude de l'Académie Nationale des Sciences recommande la construction d'un grand télescope dans l'espace en tant qu'objectif à long terme de la NASA.

1968 : la NASA lance avec succès OAO - II , un petit observatoire spatial en orbite autour de la Terre pour la mesure des émissions ultraviolettes de galaxies, des étoiles, des planètes et des comètes.

1969 : l'Académie Nationale des Sciences publie des utilisations scientifiques du grand télescope spatial et approuve le projet de télescope.

1971 : le groupe scientifique de pilotage du télescope spatial est mis en place et commence des études de faisabilité pour un télescope spatial de 3 mètres.

1975 : l'Agence spatiale européenne ESA accepte de participer au projet. La taille du télescope est réduite à 2,4 mètres pour permettre son accès à la soute de la future navette spatiale .

1977 : le Congrès approuve le budget pour un télescope spatial. Lockheed Missiles and Space Company remporte le contrat pour concevoir et construire le télescope. Perkin Elmer se voit attribuer le contrat pour la construction de l'ensemble optique du télescope, qui comprend le miroir primaire de 2,4 mètres, le miroir secondaire, et les trois capteurs d'orientation fi-

Bull. Inform. CDS n° 20 (1981)

A EUROPEAN DATA ANALYSIS FACILITY
FOR THE SPACE TELESCOPE

F. MACCHETTO
Astronomy Division
Space Science Department of ESA
Noordwijk

1. INTRODUCTION

The Space Telescope is a 2.4-metre telescope which will be launched by the Space Shuttle in 1984. For the first time in history astronomers will have access to a large telescope whose performance will be diffraction-limited in the optical waveband. The large aperture and the location of the telescope in space result in three major improvements over ground-based astronomy.

- (i) An improvement in angular resolution by a factor of about 7 over the typical performance of large ground-based telescopes under good observing conditions. This will enable stellar objects of $m_v = 28$ to be detected in an observing time of less than 10 hours. Roughly speaking this means that the same type of astronomy which is now at the limit of ground-based telescopes can be performed on objects 7 times more distant.
- (ii) The waveband accessible to observation ranges from 120 nm to 1 μ m so that ultraviolet and infrared observations can be made with high sensitivity. In particular, deep photographs will be taken in the ultraviolet waveband for the first time.
- (iii) The telescope will operate consistently under superb observing conditions, subject to it satisfying certain pointing constraints. Thus, the quality of the observations will be consistently very high.

It is confidently expected that this instrument will lead to major advances in our understanding of the Universe. In addition, it is likely to lead to the discovery of new astronomical phenomena which will give a more complete picture of the Universe. More details of the Space Telescope and its expected performance can be found for example in the proceedings of the ESA/ESO Workshop on the "Scientific Uses of the Space Telescope", (Eds. F. Macchetto, F. Pacini and M. Tarenghi, 1979).

The European Space Agency decided to participate in this NASA programme in 1976. ESA's contributions to the programme includes production of a major subsystem (the solar array and associated mechanisms), the building of one of the scientific instruments (the Faint Object Camera) and future participation in the operational activities and in the running of the Space Telescope Science Institute. In return for these contributions, European astronomers are guaranteed a minimum of 15% of the overall ST observing time.

2. THE SPACE TELESCOPE SCIENCE INSTITUTE

The overall concept for the ST operations calls for the establishment of two independent, but closely linked, functional blocks.

The first is the ST Operations Control Center, which will be located at NASA's Goddard Space Flight Center. It will be responsible for carrying out the ST operations, for coordination of all space and ground system elements that require access to the ST data and for the overall health and safety of the spacecraft.

ne (Fine Guide Sensors / FGS).

1980 à 1990, des années de préparation aboutissent au lancement ...

1981 : le Space Telescope Science Institute devient le centre des opérations scientifiques du télescope sur le campus de l'Université Johns Hopkins à Baltimore, Maryland.



1983 : le télescope est nommé en hommage à l'astronome Edwin P.



Hubble : télescope spatial Hubble. Le lancement du télescope est prévu pour 1986 mais c'est le drame pour la NASA avec l'explosion de la navette Challenger.

1986 : le lancement de Hubble est retardée après l'accident de la navette spatiale Challenger. Le télescope est stocké chez Lockheed, son constructeur.

1989 : le télescope est transporté de chez Lockheed Missiles and Space Company en Californie au Centre spatial Kennedy en Floride.

1990 : 24 avril, Hubble est lancé en orbite autour de la Terre par l'équipage de la navette spatiale Discovery (mission STS-31).

1990 : après avoir analysé les premières images de Hubble en Juin, les astronomes décou-

des milliards de dollars est myope !

Les scientifiques espéraient ça :



Et ils ne voient que cette image floue :



Le système optique de Hubble est une conception simple connu sous le nom Ritchey-Chretien Cassegrain dans lequel deux miroirs spéciaux forment des images



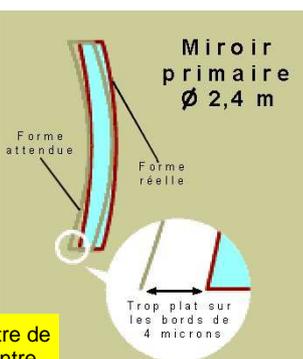
Décollage de la navette Discovery

vrent que le télescope a une vision floue, causée par une légère distorsion dans le miroir primaire de 2,4 mètres.

Le grand public apprend la nouvelle :

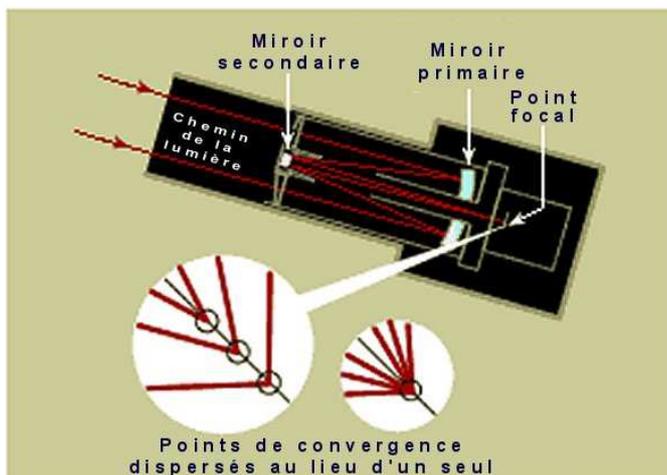
le télescope qui a coûté

Les bords du miroir, ramené au diamètre de la Terre, ne dépasseraient pas son centre d'une hauteur de plus de 15 cm.

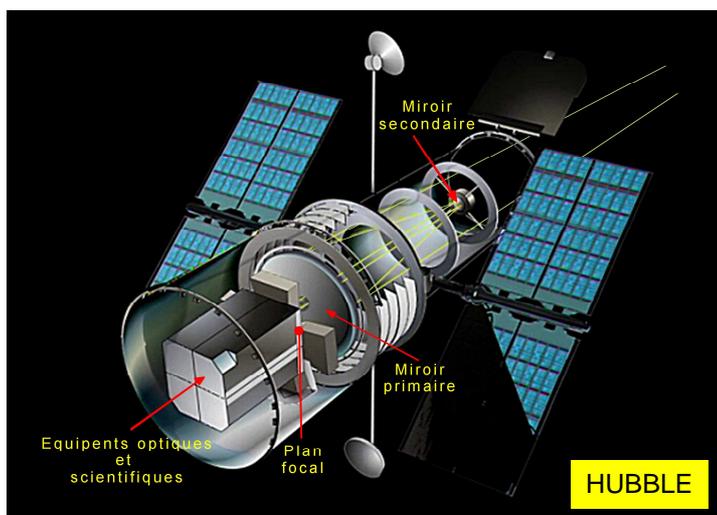


Usinage du miroir primaire de Hubble chez Perkin Elmer en mars 1979

focalisées sur le plus grand champ de vision possible.



La lumière entrante se déplace dans un tube qui cache toute lumière parasite. La lumière est collectée par le miroir concave (courbé vers l'intérieur, comme un bol) qui est le miroir primaire puis réfléchi vers le plus petit, convexe (courbé vers l'extérieur, comme un dôme) ; c'est le miroir secondaire. Le miroir secondaire fait réfléchir la lumière vers le centre du miroir primaire qui est percé d'un trou en son centre.



La lumière est ensuite focalisée sur une petite zone appelée le plan focal, où elle est captée par les différents instruments scientifiques. Les miroirs de Hubble avaient été polis par Perkin Elmer. Peu de temps après le déploiement de Hubble en 1990, les scientifiques constatent donc que la courbe selon laquelle le miroir primaire avait été usiné était incorrecte, provoquant une aberration sphérique. Les miroirs de Hubble sont faits de verre à très faible coefficient de dilatation. Les surfaces réfléchissantes sont revêtues d'une couche de 7 microns d'aluminium pur et protégées par une fine couche (2 μm) de fluorure de magnésium. Le fluorure de magnésium rend les miroirs plus réfléchissants pour la lumière ultraviolette. Hubble est donc myope mais cela ne l'empêche pas de faire les premières découvertes ...

Les visites régulières d'entretien du télescope spatial Hubble.



La NASA avait conçu le télescope spécifiquement pour qu'on puisse l'entretenir dans l'espace, a priori avec une mission de la navette spatiale tous les deux ans ; mais ce rythme n'a pas été tenu pour diverses raisons. Ces missions permettaient de garder l'observatoire en orbite terrestre en ordre de marche, et bien équipé avec les dernières technologies pour scruter l'univers. De même que les télescopes sur Terre subissent des examens de routine afin de s'assurer qu'ils fonctionnent correctement, les techniciens procèdent parfois à l'installation de nouveaux instruments scientifiques lorsque les progrès technologiques le permettent. C'est pourquoi les astronautes ont visité Hubble cinq fois depuis son lancement en 1990, et ont remplacé d'anciens équipements, tels que des gyroscopes et des ensembles électroniques qui présentaient des dysfonctionnement ou des pannes mais aussi, ont remplacé des instruments scientifiques par d'autres plus performants. Les instruments scientifiques sont les yeux de Hubble, avec lesquels l'astronome explore l'univers.

Début des années 1990 :

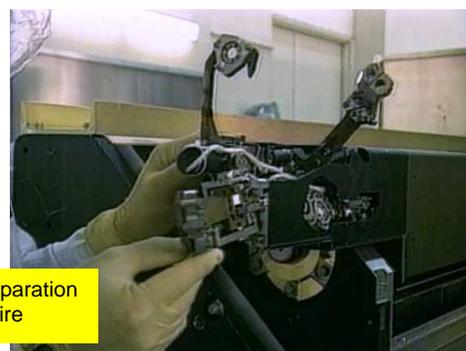
les ingénieurs se mettent donc au boulot pour concevoir le dispositif COSTAR (Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement) destiné à corriger l'optique défectueuse qui conduit à avoir un halo flou autour des objets observés.

Cela reviendra à faire porter des lunettes à Hubble.

1990 : le télescope spatial résout un anneau de matière au-



COSTAR en préparation au laboratoire



tour de la supernova SN1987A

Depuis son lancement en 1990, Hubble a observé un drame céleste se dérouler sur un chantier de démolition stellaire. Une onde de choc a été créée lors de l'explosion stellaire, appelée supernova 1987A (SN1987A), qui a progressé vers l'anneau de matière entourant

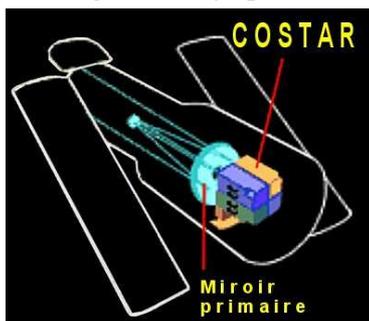


SN1987A photo prise par la caméra ACS de Hubble en 2011

le site de l'explosion. Les astronomes ont utilisé Hubble pour surveiller les effets imminents de l'onde de choc sur l'anneau.

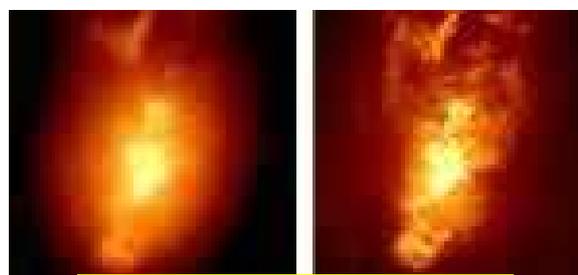
1992 : Hubble identifie des nuages intergalactiques dans notre voisinage (cf. Quintette de Stephan-voir après).

1993 : la première mission de maintenance a lieu. Les astronautes d'Endeavour ajoutent le système de correction optique COSTAR pour corriger la myopie du télescope. Les astronautes mettent aussi en



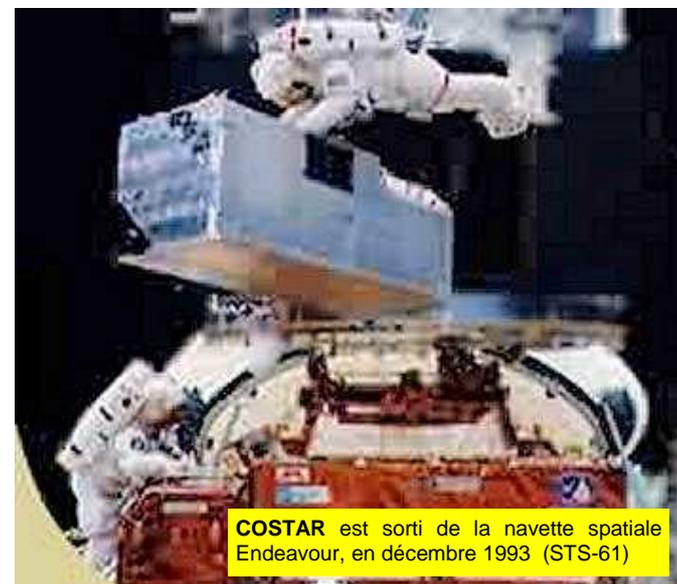
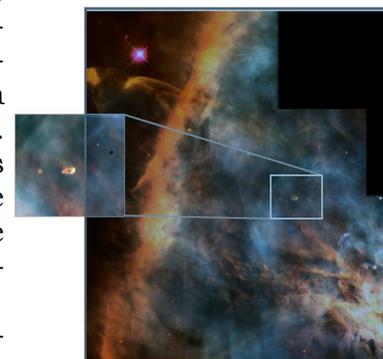
COSTAR est un dispositif de taille importante ; les astronautes ont eu l'occasion, bien avant le lancement de Hubble, de pouvoir s'exercer, vêtus de leur combinaison, en manipulant outils et équipements dans le meilleur milieu simulant l'apesanteur : une piscine. Hubble comporte des lignes de vie qui permettent à l'astronaute de s'attacher. La majorité des équipements est de type modulaire ; ils sont prévus pour être « facilement » remplacés.

place la caméra à grand champ WFPC2 (Wide Field and Planetary Camera 2 qui comporte déjà une correction optique. COSTAR sera d'ailleurs retiré plus tard, pour permettre de placer des équipements scientifiques performants (spectrographe). Les astronomes sont éblouis par les photos transmises :



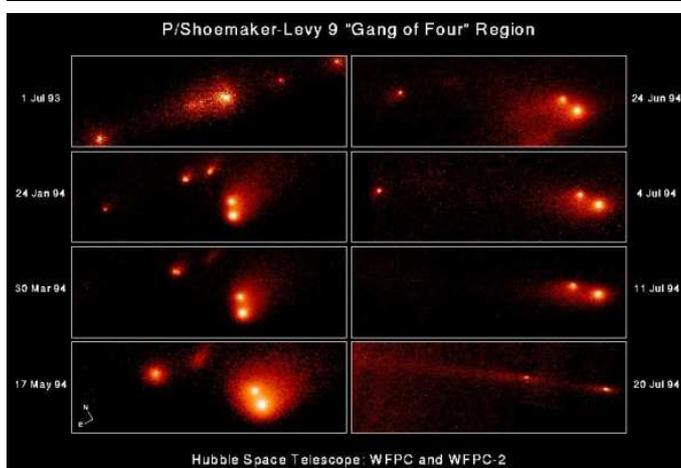
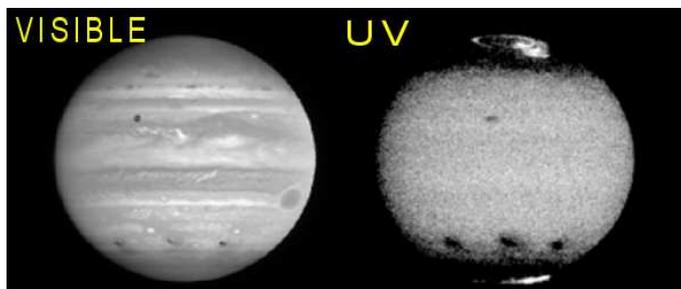
Effet COSTAR : avant et après (noyau actif d'une galaxie)

L'observatoire en orbite découvre des disques proto-planétaires dans la Nébuleuse d'Orion. De jeunes étoiles sont entourées de gaz et de poussière piégés en orbite autour.



COSTAR est sorti de la navette spatiale Endeavour, en décembre 1993 (STS-61)

nit une vue détaillée de la collision de la comète Shoemaker-Levy avec Jupiter qui donne des informations sur les vents, et la haute



atmosphère de Jupiter et jette une lumière sur son immense champ magnétique et la composition de la comète elle-même.

Hubble confirme définitivement l'existence des trous noirs super-massifs (ici, le jet brillant issu du noyau actif de la galaxie M87). L'observation de Hubble de M87 fournit des preuves concluantes de l'existence des trous noirs super-massifs dans les noyaux de galaxies.

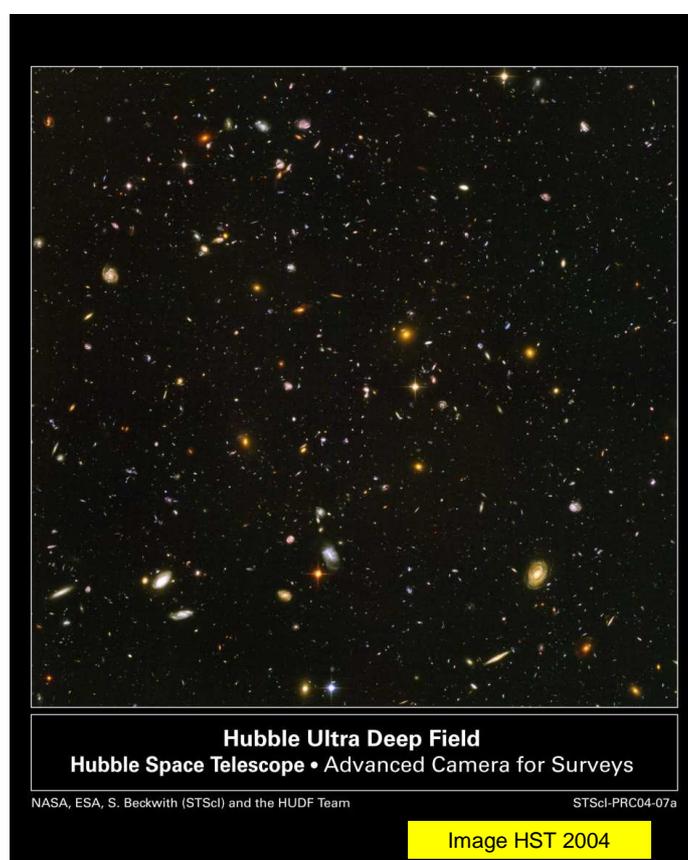


Hubble révèle des détails de la surface de Pluton, et capte une vue de premier plan des jets et des disques de jeunes objets stellaires.

Fin des années 1990 : beaucoup d'informations de l'univers n'échappent pas à la vision pointue de Hubble...

1995 : le champ profond (Ultra Deep Field) de

Hubble permet aux astronomes de voir le bord de l'univers. Avec cette image, Hubble a fourni la vue la plus profonde et la plus détaillée de l'univers à l'humanité. C'est une vue étroite, un " trou de serrure " qui s'étend à l'horizon visible de l'univers : l'image du champ profond de Hubble couvre un point du ciel de la largeur d'une pièce de dix cents US placée à 20 mètres de distance des yeux. Hubble y a découvert un assortiment ahurissant d'au moins 1 500 galaxies à différents stades d'évolution. 1996 : Hubble résout les galaxies hôtes des



quasars.

1997 : en février, la deuxième mission de service a lieu (STS-82). Les astronautes s'envolent à bord de Discovery pour installer deux instruments scientifiques nouveaux. Cette mission va grandement améliorer la productivité de Hubble. Les nouveaux instruments vont permettre de faire de la spectroscopie dans le proche infrarouge et dans l'ultraviolet. Ainsi, Hubble devient capable de « goûter » l'atmosphère des planètes en dehors de notre système solaire et de sonder les confins les

plus éloignés de l'univers. Ces nouveaux instruments sont le STIS (Space Telescope Imaging Spectrograph) et la caméra spectromètre proche infrarouge et Multi-Objets (NICMOS). De plus, le remplacement de composants défectueux ou dégradés a augmenté l'efficacité et la performance du télescope.

Hubble identifie des populations exotiques d'étoiles dans les amas globulaires, voit la rémanence visible d'un sursaut gamma dans une galaxie lointaine, et, à partir des observations de supernova, fournit des preuves préliminaires pour une accélération de l'univers.



M80

M80 (NGC 6093), est l'un des plus denses de des 147 amas globulaires connus dans la Voie Lactée. Situé à environ 28.000 années-lumière de la Terre, M80 contient des centaines de milliers d'étoiles, toutes maintenues ensemble par leur attraction gravitationnelle mutuelle. Les amas globulaires sont particulièrement utiles pour l'étude de l'évolution stellaire, puisque toutes les étoiles de l'amas ont le même âge (environ 15 milliards d'années), mais couvrent une large gamme de masses stellaires. Chaque étoile visible dans cette image est soit plus évoluée, ou dans quelques rares cas plus massive, que notre Soleil.

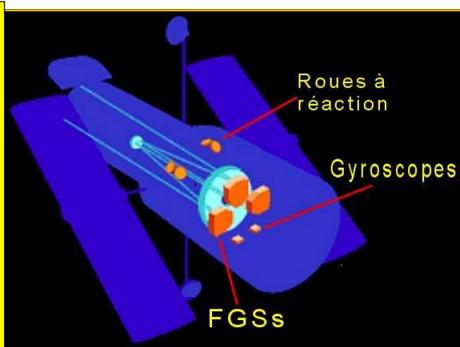
1998 : Hubble trouve des éléments de preuves de l'existence de l'énergie sombre dans l'univers.

1999 : la NASA a décidé de diviser la visite suivante de Hubble en deux parties : la mission de service 3A (en 1999) et la mission d'entretien 3B (en 2002). Ce qui avait été conçu à l'origine comme une mission de maintenance préventive devient bien plus urgent le 13 Novembre 1999, lorsque le quatrième des six gyroscopes tombe en panne ; Hubble ferme alors temporairement ses yeux devant l'univers. La troisième mission de service est lancée un mois plus tard (STS-103). Les astronautes de Discovery remplacent les six gyroscopes du télescope qui aident à maintenir l'observatoire pointé vers les objets célestes, une des trois

caméras de guidage, qui permettent un pointage fin et font maintenir Hubble stable pen-

Trois dispositifs principaux aident à maintenir Hubble dirigé vers un point fixe pour en faire une image.

- Les gyroscopes,
- Les caméras de guidage fin FGS,
- Les roues à réaction pour faire tourner le télescope.



dant les observations, et un émetteur.

Hubble attaché à la soute de la navette Discovery lors de la mission 3A

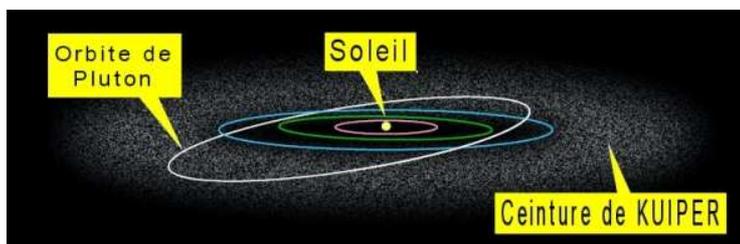
servant 18 galaxies jusqu'à une distance de 65 millions d'années-lumière. Les astronomes ont découvert pas loin de 800 étoiles variables (céphéïdes) dont les pulsations servent à évaluer précisément les distances (chandelle standard).



2002 : la mission d'entretien 3B a été lancée en Mars 2002 avec la navette Columbia. La tâche principale des astronautes était d'installer l'Advanced Camera for Surveys (ACS). Grâce à son large champ de vision, une qualité d'image améliorée, et une sensibilité accrue, ACS a doublé le champ de vision de Hubble et la collecte des données est 10 fois plus rapide qu'avec WFPC2, instrument antérieur du télescope installé depuis 1993. Les astronautes ont également installé un nouveau système de refroidissement pour la caméra infrarouge du télescope.

2002 : Hubble découvre un corps céleste dans

la ceinture de Kuiper qui est plus grand que Pluton, déclenchant un débat sur le statut planétaire de Pluton qui finira par la changer de catégorie car Pluton est aujourd'hui la première des planètes naines, et comme dit M. Brahic, d'après



César, « mieux vaut être premier dans son village que deuxième à Rome ».

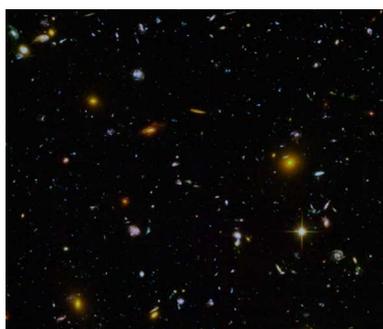
2003 : Hubble trouve dans un amas globulaire la plus ancienne exoplanète connue.



Catastrophe : la navette spatiale Columbia se désintègre lors de sa rentrée atmosphérique, tuant son équipage composé de 7 personnes ; le programme de la navette est suspendu.

2004 : l'administrateur de la NASA, Sean O'Keefe, pour des raisons de sécurité de la navette, annule la mission d'entretien prévue.

Hubble fait de l'observation sur le terrain du ciel très profond. L'image remplace celle du champ profond de Hubble prise en 1995. C'est le plus profond portrait de l'univers visible jamais atteint par l'humanité. La longue exposition d'un million de secondes révèle les premières galaxies qui se dégagent de ce qu'on appelle les « âges sombres », le temps peu après le big bang, lorsque les premières étoiles réchauffent un univers froid et sombre.



Un détail du champ ultra profond de Hubble (HUDF).

2005 : utilisation de Hubble pour voir la « neuvième » planète de notre système solaire. Les astronomes ont découvert que Pluton pouvait avoir non pas une, mais trois lunes. Les

images de Hubble révèlent Pluton, sa grande lune Charon, et deux nouveaux candidats satellites de la planète. Entre le 15 mai et le 18 mai 2005, Charon, et les lunes putatives semblaient tous tourner dans le sens anti-horaire autour de Pluton. Si elle est confirmée, la découverte de deux nouvelles lunes pourraient offrir un aperçu de la nature et de l'évolution du système de Pluton et du début de la ceinture de Kuiper (la ceinture de Kuiper est une vaste région de corps rocheux et glacés au-delà de l'orbite de Neptune).



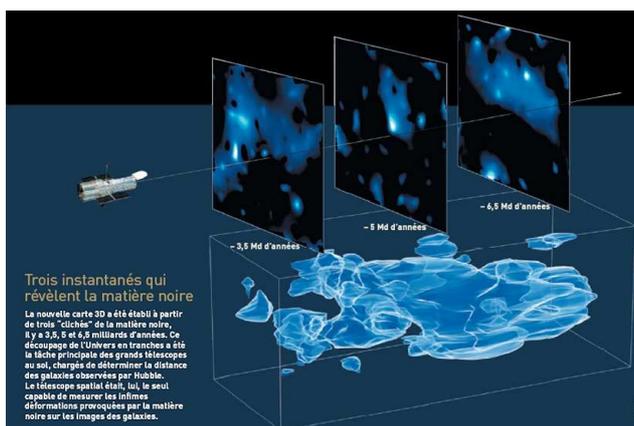
L'administrateur de la NASA, Michael Griffin, relance la mission de service 4.

2006 à début 2010, Hubble obtient sa dernière mission de service et repart au travail ...

2006 : le télescope trouve des preuves d'observation directe de la matière noire.

La NASA annonce fin octobre qu'une mission de la navette spatiale sera envoyée pour entretenir le télescope spatial Hubble et prolonger son état opérationnel jusqu'en 2013. La date de cette mission sera reportée plusieurs fois et connue effectivement que le 1er mai 2009.

2007 : Les données de Hubble sont utilisées pour faire une carte 3D de la matière noire.



2008 : Hubble trouve les premières molécules organiques sur une planète extrasolaire et fait la première image d'une exoplanète.

2009 : au cours de la mission d'entretien 4 avec la navette spatiale Atlantis le 11 mai (STS-125), les astronautes installent deux nouveaux instruments qui font de Hubble un télescope 100 fois plus puissant qu'à l'origine, en 1990.

Au cours de cinq sorties éprouvantes dans l'espace, les astronautes ont complété une longue liste d'activités ; les astronautes ont augmenté la puissance de Hubble et fait en sorte que le télescope puisse continuer à travailler dans les années à venir. Les astronautes ont installé deux instruments scientifiques à la pointe du progrès : COS (Cosmic Origins Spectrograph) et WFC3 (Wide Field Camera 3). Ils ont également ajouté six batteries, six gyroscopes, un capteur de pointage fin, et réparé l'ACS et le STIS.

La caméra polyvalente WFC3 peut prendre des images dans une large gamme de longueurs d'onde, de l'ultraviolet au proche infrarouge. WFC3 améliore considérablement la capacité de Hubble à saisir de larges images d'objets éloignés, tels que les galaxies et les amas de galaxies, et aussi des planètes de notre système solaire. COS est le spectrographe le plus puissant jamais envoyé dans l'espace. L'instrument n'éclipsera pas les belles images de l'univers dont Hubble est célèbre. Son travail consiste à séparer la lumière en ses composantes, selon la longueur d'onde et cela donnera des informations sur la composition et la température de galaxies lointaines, des étoiles et des planètes. COS examine la lumière ultraviolette en provenance d'objets éloignés. Le nouvel instrument permet à Hubble d'étudier la formation des galaxies et la naissance des étoiles et des systèmes planétaires.

Le télescope a fait une pause dans l'observation de l'univers après cette mission de service réalisée avec succès. Pendant la pause, les ingénieurs de la NASA et des scientifiques ont fait subir au télescope et ses instruments des tests rigoureux pour s'assurer que tout fonctionnait correctement.

Le télescope spatial Hubble est donc mis à jour.

Il a ouvert à nouveau son oeil sur l'univers, avec la production de plusieurs images à couper le souffle. En tête de la liste des nouvelles vues intéressantes qui sont des images colorées d'un affrontement entre plusieurs galaxies, une nébuleuse « papillon », un amas d'étoiles très dense, et un étrange et dense pilier de gaz et de poussières où de nouvelles étoiles naissent.



NGC 6302 Nébuleuse du Papillon : des étoiles comme le Soleil semblent vivre une vie ordinaire. Elles brassent régulièrement de la chaleur et de la lumière pendant des milliards d'années. Mais, curieusement, leur vie devient plus excitante quand elles n'ont plus ce carburant hydrogène, et atteignent ainsi l'âge de la retraite. C'est alors que ces étoiles commencent à se démarquer. Elles enflent et expulsent leur couche externe dans l'espace, ce qui engendre de belles formes variées. Cet objet céleste par exemple, était autrefois une étoile ordinaire qui s'est transformé en un frêle papillon. La nébuleuse du papillon, NGC 6302, était une étoile mourante qui n'était autrefois qu'une étoile d'environ cinq fois la masse du Soleil. Cette étoile a éjecté sa couche de gaz externe et maintenant engendre un flux de rayonnement ultraviolet qui donne cet éclat à la matière éjectée. Cet objet est un bel exemple de nébuleuse planétaire, ainsi nommée parce que beaucoup d'entre elles ont une apparence ronde, semblable à celle d'une planète, observé avec un petit télescope. NGC 6302 se trouve au sein de notre galaxie, la Voie lactée, à environ 3.800 années lumière de nous, loin dans la constellation du Scorpion. Le gaz rougeoyant est formé des couches externes de l'étoile, expulsées il y a environ 2.200 ans. L'étoile résiduelle centrale elle-même ne peut pas être vue, car elle est cachée par un anneau de poussière, qui apparaît ici comme une bande foncée pinçant la nébuleuse au centre. Le " papillon " s'étire sur plus de deux années-lumière, ce qui représente environ la moitié de la distance du Soleil à l'étoile la plus proche, Alpha du Centaure. C'est la caméra grand champ 3 (WFC3) qui a enregistré cette image de la nébuleuse planétaire .



Amas globulaire : le télescope spatial Hubble de la NASA a enregistré une vue panoramique d'un assortiment coloré de 100.000 étoiles qui résident dans le noyau serré d'un amas géant d'étoiles. L'image révèle une petite région à l'intérieur de l'amas globulaire Omega Centauri NGC5139, qui possède près de 10 millions d'étoiles (constellation du Centaure). Les amas globulaires, anciens essaims d'étoiles unis par gravité, sont les colonies de notre galaxie, la Voie Lactée. Les étoiles dans Omega Centauri ont entre 10 et 12 milliards d'années. Le cluster (amas) se trouve à environ 16.000 années-lumière de la Terre. C'est l'une des premières images prises par la nouvelle caméra à grand champ de Hubble 3 (WFC3) .

La caméra peut fixer des images nettes sur une large gamme de longueurs d'onde. La majorité des étoiles dans l'image sont jaune-blanc, comme notre Soleil. Ce sont des étoiles adultes qui brillent par la fusion de l'hydrogène. Les étoiles rouges, oranges, et bleues sont à un stade différent de leur vie. Toutes les étoiles dans l'image sont voisines et la distance moyenne entre deux étoiles du noyau serré de la grappe n'est que d'environ un tiers d'une année-lumière, soit environ 13 fois plus proche que le plus proche voisin stellaire de notre Soleil : Alpha du Centaure. Bien que les étoiles soient rapprochés, la netteté de WFC3 peut résoudre chacune d'elles comme des étoiles individuelles. Si quelqu'un vit dans l'amas, il contemple un ciel saturé d'étoiles qui est environ 100 fois plus brillant que le ciel ici sur Terre. Omega Centauri est l'un des plus grand et des plus massifs des 200 amas globulaires en orbite autour de la Voie Lactée. Il est l'un des amas globulaires qui peuvent être vus à l'oeil nu. Il ressemble à un petit nuage dans le ciel du sud et pourrait facilement être confondu avec une comète.



Quintette de Stephan : un affrontement entre les membres d'un célèbre quintette de galaxies révèle, par une large gamme de couleurs, un assortiment d'étoiles (des jeunes étoiles bleues jusqu'aux vieilles étoiles rouges).

Ce portrait du Quintette de Stephan a été prise par la nouvelle caméra à grand champ 3 (WFC3) à bord du télescope spatial Hubble de la NASA . Le quintette de Stephan, comme son nom l'indique, est un groupe de cinq galaxies.

Le nom, cependant, est un peu un abus de langage. Des études ont montré que le membre du groupe en haut à gauche est en fait une galaxie de premier plan, sept fois plus proche de la Terre que le reste du groupe.

Trois des galaxies ont des formes distordues, des bras spiraux allongés, et de longues queues gazeuses contenant de nombreux amas d'étoiles, preuves d'un voisinage forcé. Ces interactions ont déclenché une frénésie de naissance d'étoiles dans la paire centrale de galaxies. Et cette action se joue dans un cadre somptueux de galaxies lointaines.

La cinquième galaxie en bas à gauche, est une galaxie elliptique normale qui est moins affectée par ces interactions.

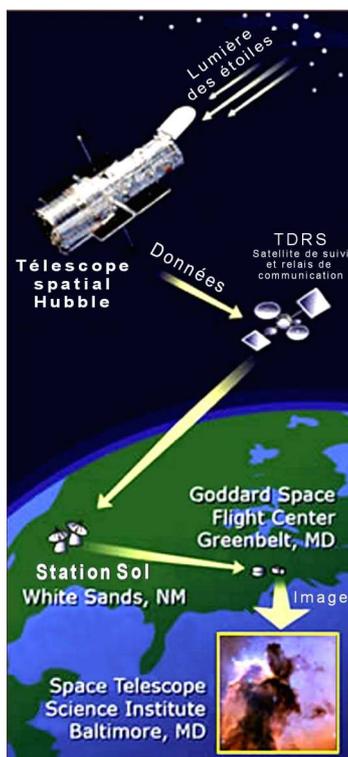
2010 : Hubble photographie la preuve d'une collision entre deux astéroïdes, jamais vue auparavant. Un objet mystérieux a été découvert le 6 Janvier 2010, par le centre d'étude du ciel Lincoln Near-Earth Asteroid Research (LINEAR).

L'objet a semblé tellement inhabituel dans les images télescopiques au sol que Hubble a été utilisé pour jeter un oeil de près. Les observations montrent une bizarre forme de structures filamenteuses en X près du noyau en forme de point et des bandes fuyantes de poussière. Cette structure complexe suggère que l'objet



n'est pas une comète, comme première l'hypothèse, mais le produit d'une collision frontale entre deux astéroïdes qui voyagent cinq fois plus vite qu'une balle de fusil. Les astronomes ont longtemps pensé que la ceinture d'astéroïdes devait être un lieu de collisions, mais un tel phénomène n'avait jamais été vu.

Voilà donc Hubble qui a fêté ses 20 ans en 2010. Nous sommes quasiment en 2014... et il tourne encore là-haut, nous apportant tous les jours de belles images, et une moisson de données qui continue à s'accumuler sur les serveurs informatiques au sol. Au fait, comment Hubble nous transmet tout cela vers la Terre, et où ?



Les images et les données que rassemble Hubble lors d'une observation sont stockées sur un enregistreur de données embarqué. Et les informations de l'enregistreur de données sont transmises vers la Terre plusieurs fois par jour. Pour cela, deux satellites TDRS assurent le suivi et le relais des communications de Hubble vers la station de réception au sol située à White Sands au Nouveau Mexique. De White Sands, les données sont transmises au Goddard Flight Center dans le Maryland. Les images sont envoyées après au STScI de Baltimore qui

peut alors les dispatcher au monde, à Munich notamment pour l'ESA.

Le fonctionnement et le maintien en forme d'un tel observatoire infatigable, et convertir ses données brutes (signaux numériques) en images exige un effort considérable de la part des gens sur le terrain. Des centaines de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens - à la fois du Goddard Space Flight Center de la NASA et du télescope Space Science Institute (STScI) - portent la responsabilité collective pour faire fonctionner le télescope spatial Hubble et suivre son état de

santé, de sécurité et de performance. Les tâches spécifiques vont de choisir des cibles à des mises à niveau sur orbite¹.

Les opérations de la mission Hubble se répartissent en deux catégories :

- Opérations d'ingénierie : tester et maintenir la performance globale de l'engin spatial Hubble.
- Opérations scientifiques : sélectionner et établir le calendrier d'observation des programmes ; préparer et exécuter les observations, calibrer les instruments scientifiques, traduire les données brutes en une forme utilisable, puis archiver et distribuer des données.

Toutes les activités du télescope spatial de Hubble sont contrôlées par des personnes sur le terrain. Le point focal de toutes les opérations de Hubble est l'équipe des opérations aériennes (OFT), qui est située au Goddard Space Flight Center à Greenbelt, dans



Godard Flight Center

le Maryland. Là, les contrôleurs de Hubble surveillent la santé du télescope tout en supervisant ses mouvements et ses activités scientifiques. Les contrôleurs dirigent les mouvements de Hubble en envoyant des commandes via le satellite à l'ordinateur de bord du télescope. La majorité des opérations de Hubble sont



Contrôleur au GFC

programmées à l'avance, mais les contrôleurs peuvent également interagir en temps réel en lui transmettant quoi faire et quand le faire.

Ceci tourne 24 h/24 et 7 j/7 avec des équipes d'ingénieurs et de techniciens.

¹ Les contrôleurs au sol étaient encore plus occupés lors des missions de service et d'entretien de la navette car il fallait préparer Hubble pour l'intervention et après suivait une vérification pour s'assurer que tout fonctionnait comme prévu. Aujourd'hui, ce n'est plus d'actualité.

Les observations... une compétition

Chaque année, les astronomes de dizaines de pays se disputent les précieuses minutes de la vue unique qu'a Hubble du cosmos. Les astronomes du monde entier soumettent des propositions d'observation au Space Telescope Science Institute (STScI) de Baltimore. Un comité d'examen composé d'experts de la communauté astronomique détermine les meilleures propositions d'observations adressées selon les critères scientifiques et le meilleur usage des capacités du télescope. Chaque année, plus de 1.000 propositions sont examinées et environ 200 sont sélectionnés, ce qui représente environ 20.000 observations individuelles.

La planification du temps incombe au personnel du STScI. Une fois la proposition acceptée, l'observation est soigneusement planifiée - avec des milliers



d'autres - pour avoir le temps d'accès le plus approprié. Planifier le temps d'observation est délicat car il y a certaines périodes de l'année au cours de laquelle la révolution de la Terre autour du Soleil provoque une « géométrie », dans lequel la cible est trop proche du Soleil pour être observable. Par conséquent, les techniciens doivent planifier chaque observation à la fraction de seconde près. Les informations d'observation telles que l'instrument à utiliser, le filtre à utiliser, et combien de temps d'exposition doivent être converties en une liste technique détaillée d'instructions de seconde en seconde. Ces commandes sont chargées sur les ordinateurs du télescope quelques jours avant l'observation prévue.



Partie du conducteur d'opérations du télescope Hubble

Observer avec Hubble

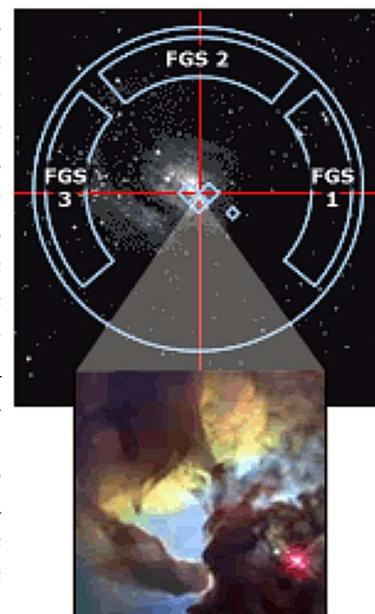
Viser et stabiliser un télescope dans l'espace est un peu comme essayer de photographier

une seule personne sur une plage bondée depuis le pont d'un bateau lointain qui se balance sur l'eau. Hubble utilise une collection d'outils spéciaux qui travaillent ensemble pour manoeuvrer le télescope et le garder visant précisément sa cible lors d'une observation.

Les gyroscopes sont les assistants de pointage de Hubble, qui donnent une orientation fixe, toujours dans le même sens, comme l'aiguille d'une boussole. Ils détectent le mouvement angulaire du télescope et fournissent un point de référence à court terme pour aider à maintenir Hubble sur sa cible.

Les roues à réaction sont le système de « pilotage » de Hubble. Les roues à réaction tournent dans un sens, et Hubble tourne dans l'autre. Le logiciel de commande de vol force les roues à réaction à tourner, accélérer ou ralentir comme nécessaire pour orienter le télescope vers une nouvelle cible.

Trois capteurs d'orientation fine (FGS) sont les dispositifs de ciblage de Hubble. Ces capteurs se verrouillent sur des étoiles de guidage afin de maintenir le pointage et l'alignement nécessaire à une observation précise de Hubble. Les étoiles guides sont choisies parmi le catalogue guide du Space Telescope Science Institute, qui répertorie la luminosité et la position de 200 millions d'étoiles. Ces étoiles guides aident à centrer la cible dans le champ de vision du télescope .



Les FGS (Fine Guide Sensors) sont verrouillés sur une étoile de la nébuleuse de la Lagune

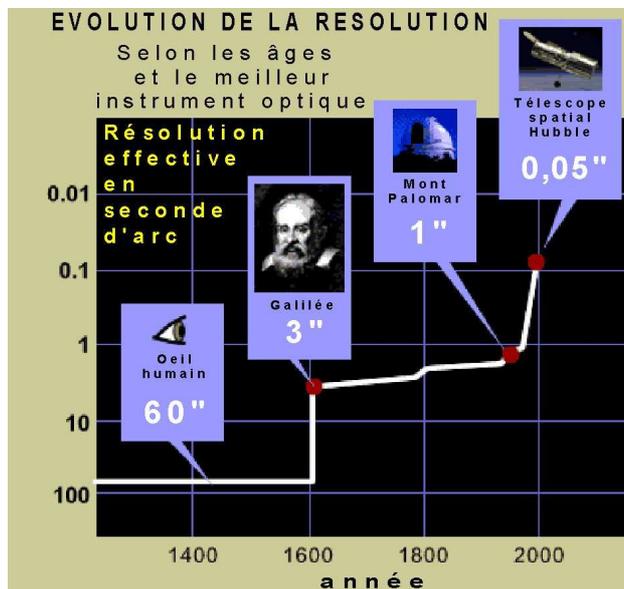
Les images

Les données brutes recueillies par le télescope ont un long chemin à parcourir avant

qu'elles ne deviennent les réelles images de Hubble. Quand Hubble effectue une observation particulière, il convertit la lumière des objets lointains en signaux numériques. Les signaux numériques sont ensuite relayés vers une station au sol à White Sands, au Nouveau Mexique via deux satellites de suivi et de communication en orbite (TDRS). La station au sol transmet ensuite les données au système de contrôle au sol du Goddard Space Flight Center, où le personnel s'assure de l'exhaustivité et de l'exactitude.

Goddard envoie ensuite les données via des liaisons fixes au Space Telescope Science Institute pour le traitement et la calibration. Le personnel de l'Institut va traduire les données en valeurs significatives - tels que la longueur d'onde ou la luminosité - puis archiver les informations sur des disques magnéto-optiques. Les astronomes peuvent télécharger des données archivées via Internet et les analyser de n'importe où dans

Progrès réalisés dans la résolution optique des objets visés :



Les instruments scientifiques du télescope spatial de Hubble - ses caméras, spectrographes, et les capteurs d'orientation fine - travaillent ensemble ou individuellement pour nous apporter de superbes images des confins de l'espace. Chaque instrument a été conçu pour observer l'univers d'une manière unique.

WFC3 Wide Field Camera 3

La caméra à grand champ s'utilise pour l'étude des objets de l'univers lointain mais aussi ceux de notre système solaire. Elle permet d'examiner la manière dont les galaxies évoluent au cours du temps, de suivre l'histoire individuelle des galaxies et comprendre le mystère de l'étrange « énergie noire », cette force qui semble accélérer l'expansion de l'univers.



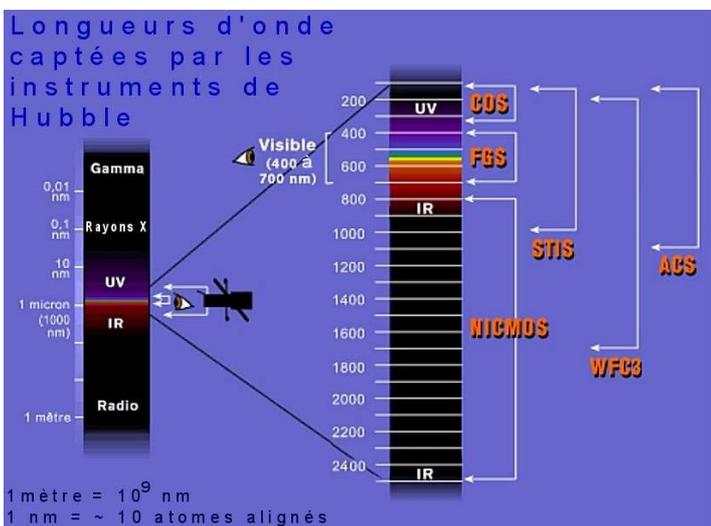
Installation de WFC3 en 2009
Une caméra de la taille d'un piano à queue...



le monde. Les données sont aussi transmises à l'ESA en Europe, à Munich.

Les instruments à disposition des scientifiques et astronomes.

Etendue du spectre observé par les caméras :



WFC3 a été élaborée conjointement au Goddard Space Flight Center, le Space Telescope Science Institute, et Ball Aerospace & Technologies Corporation.



COS Cosmic Origins Spectrograph

Ce spectrographe décompose la lumière ultraviolette afin d'en étudier finement sa composition ; COS permet d'étudier l'évolution des galaxies, la formation des planètes et l'apparition des éléments nécessaires à la vie (que nous connaissons) ainsi que les étendues cosmiques de gaz entre les galaxies. COS a été créé par l'Université du Colorado à Boulder, l'Université de Californie - Berkeley, et Ball Aerospace & Technologies Corporation.



ACS Advanced Camera for Surveys

Cette caméra surveille l'univers en étudiant la nature et la distribution des galaxies. Elle permet l'étude de l'émission ultraviolette des étoiles. Prend des photos de planètes, étudie l'environnement stellaire à la recherche de planètes. L'instrument a été construit entre 1996 et 1999 par les scientifiques et les ingénieurs de l'Université Johns Hopkins, Ball Aerospace, le Space Telescope Science Institute, et Goddard Space Flight Center de la NASA et a remplacé FOC lors de la mission de service de 2002. ACS a été réparée en 2009, suite à un court-circuit qui l'avait rendue aveugle en 2007.



Piliers de la création

mosphères de planètes. NICMOS doit travailler à basse température (moins de 77 ° K). En 1997, il était installé dans une sorte de bouteille thermos remplie d'azote liquide qui s'est vidée en deux ans. La mission de service de 1997 a remplacé cela par un système cryogénique du genre frigo... NICMOS a été construit par Ball Aerospace.

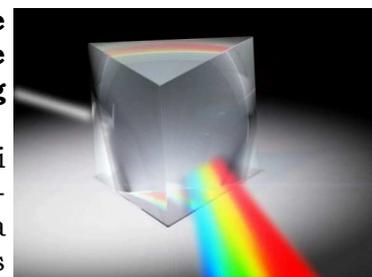


Saturne

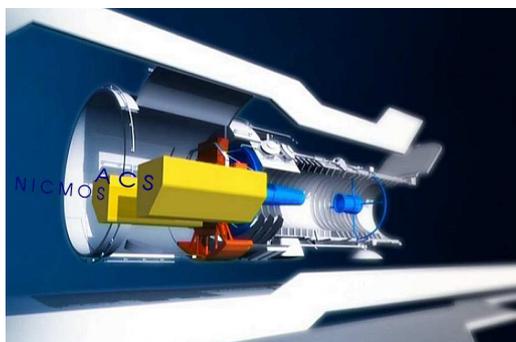
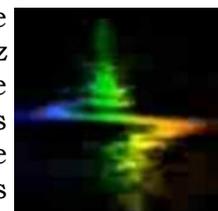


STIS Space Telescope Imaging Spectrograph

Un instrument qui agit comme un prisme en séparant la lumière du cosmos en ses différentes composantes colorées. STIS est utilisé pour l'étude des trous noirs, la composition des galaxies et de l'atmosphère des planètes autour d'étoiles et d'autres choses.



Les astronomes utilisent STIS pour la chasse aux trous noirs. La lumière émise par les étoiles et le gaz en orbite autour du centre d'une galaxie apparaît plus rouge lorsque l'on s'éloigne de nous (redshift, décalage vers le rouge), et plus bleue en venant vers nous (décalage vers le bleu). STIS cherche l'élément dont la raie spectrale est décalée vers le rouge d'un côté du trou noir suspect et celle décalée vers le bleu de l'autre, ce qui indique que l'objet est en orbite autour d'un autre à très grande vitesse. STIS complète l'équipement de Hubble qui possède aussi COS travaillant dans le domaine UV. STIS a été construit par Ball Aerospace, et installé dans le télescope spatial Hubble pendant la seconde mission de maintenance en 1997.



Positions des caméras ACS et NICMOS dans le télescope spatial Hubble



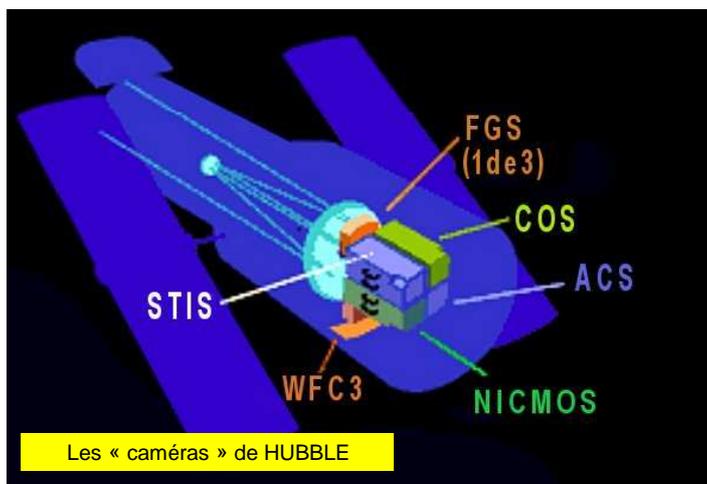
NICMOS Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer

C'est le capteur sensible à la chaleur de Hubble. Sa sensibilité à la lumière infrarouge le rend pratique pour observer des objets rendus invisibles par le gaz et la poussière comme le sont les nurseries d'étoiles et les at-



FGS Fine Guidance Sensors

Ce sont des caméras de pointage qui verrouillent le télescope sur des « étoiles guides » et qui mesurent leurs posi-



tions relativement à ces objets déterminés. Les réglages basés sur ces lectures précises permettent de maintenir Hubble pointé vers la bonne direction. Ces capteurs permettent également d'effectuer quelques mesures célestes : l'astrométrie est la science qui détermine les positions précises et les mouvements des étoiles et autres objets célestes. Ces mesures contribuent à faire progresser la connaissance des distances, des masses, et des mouvements des étoiles. Les capteurs d'orientation fine peuvent fournir la position des étoiles de manière 10 fois plus précise que celles observés à partir d'un télescope au sol. Utilisés comme instruments scientifiques, les capteurs construits par la société Perkin-Elmer Corporation, permettent à Hubble de :

- Rechercher des oscillations dans le mouvement des étoiles, ce qui pourrait indiquer qu'ils ont des planètes en orbite autour d'elles,
- Déterminer si certaines étoiles sont en fait des étoiles doubles,
- Mesurer le diamètre angulaire des étoiles et autres objets célestes,
- Affiner les positions et la magnitude absolue (luminosité) des étoiles
- Aider à déterminer l'échelle des distances vraies pour l'univers .

Les instruments supprimés par les astronautes en mission de service



WFC2 Wide Field Planetary Camera 2

C'était la caméra principale de Hubble jusqu'à l'installation de l'ACS en 2002. Cette caméra a pris les célèbres photos de Hubble qui ont fait sa renommée..



Galaxie NGC4414

Elle était utilisée pour observer un peu tout. Elle a été enlevée en 2009 pour faire de la place à WFC3.



Nébuleuse de l'Aigle



FOC Faint Object Camera

C'était le téléobjectif de Hubble, qui enregistrait des images détaillées mais avec un petit champ de vision. Cet instrument a été remplacé par la caméra ACS en 2002.



Betelgeuse

Panneaux solaires

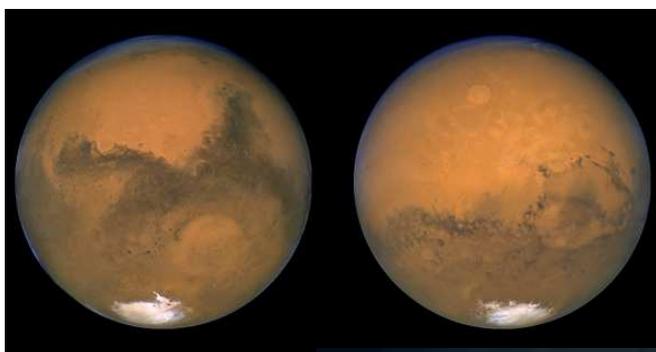


1993 : l'astronaute Kathy Thornton jette dans l'espace un panneau solaire détérioré car il était impossible de le ramener dans la soute de la navette.

Ils fournissent l'énergie électrique à Hubble et chargent ses batteries quand il est éclairé par le soleil ; les batteries assurent le fonctionnement du télescope quand il est dans l'ombre de la Terre toutes les 48 minutes environ. Ces panneaux seront remplacés à plusieurs reprises lors des missions de service car ils sont des cibles faciles et fragiles pour les poussières et les micrométéorites qui se déplacent à grande vitesse dans l'espace.

A noter que Hubble est libre de tourner autour de son axe mais cette liberté est limitée par la nécessité de garder le Soleil dirigé vers les panneaux solaires. De plus, sa conception thermique veut que le Soleil réchauffe toujours le même côté. Etant donné qu'il tourne autour de la Terre (son orbite est inclinée à 28,5°), il passe dans son ombre à chaque demi-orbite et par conséquent n'est plus en mesure d'observer sa cible céleste. La précision de pointage sur sa cible est de 0,01 seconde d'arc et les capteurs servent à corriger toute dérive de plus de 0,007 seconde d'arc durant de longues périodes. Cette stabilité et précision de pointage est similaire à celle de tenir un faisceau laser pointé sur une pièce à 640 km de distance !

B B L E



HUBBLE... Et après ?

Hubble était prévu pour vivre 15 ans... Comme bien des projets spatiaux, il est intéressant de constater, en tant que contribuable, que l'objectif est atteint. Certes, le budget initial a été dépassé mais quels résultats ! Cela dit, le budget de la recherche spatiale c'est bien peu par rapport au reste. Rien qu'en Europe, pour l'ESA, c'est 2 euros par an et par habitant ; quand on voit la somme dépensée rien que pour du tabac, et qui part vraiment en fumée, vers le ciel d'accord, ça laisse rêveur. En 2009, Hubble a reçu sa cure de jouvence pour continuer son œuvre jusqu'en 2013 et voilà que nous sommes en 2014, et de successeur : point, du moins dans notre ciel.

Pendant ces 23 ans de bons et loyaux services, Hubble a vu quatre présidents des Etats-Unis, le mur de Berlin qui s'est écroulé, une Union Soviétique éclatée. Hubble a vu Hong Kong redevenir chinoise, et Fidel Castro démissionner de son mandat de président à vie de Cuba... Alors que Hubble était dans l'espace, nous avons vu l'aube d'un nouveau millénaire et une révolution dans la technologie numérique. La démocratisation du World Wide Web a considérablement élargi son utilisation par le public. Les moteurs de recherche Internet comme Google et Yahoo sont nés. L'accès aux superbes images d'Hubble n'a jamais été aussi facile.

Des objectifs à explorer, Hubble en trouvera encore tant qu'il sera en état de marche. On estime aujourd'hui qu'il devrait terminer sa vie vers 2020 car c'est la dure loi de la gravité qui aura raison de lui étant donné qu'il se frotte encore à l'atmosphère terrestre, même très ténue, et qui le freine. Son orbite descend peu à peu et les ingénieurs ont

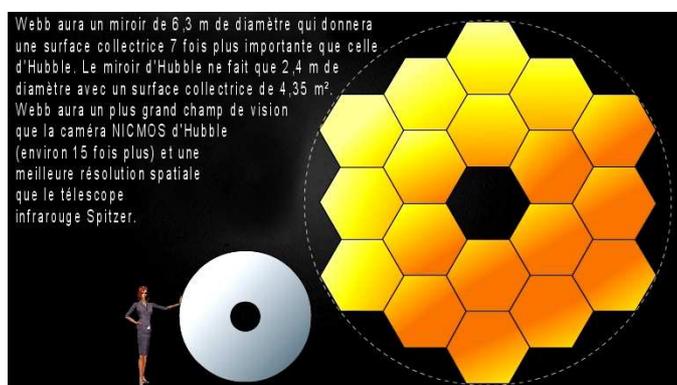
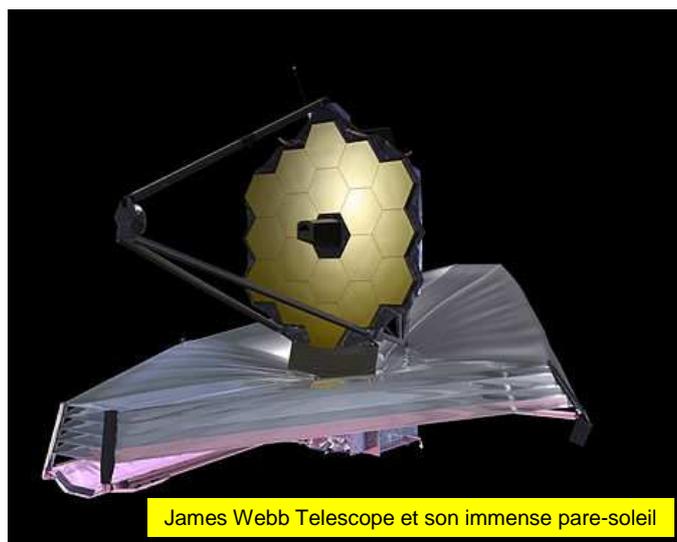


prévu de forcer sa chute en pouvant lui accrocher un moteur fusée qui le guidera vers l'océan. Un en-



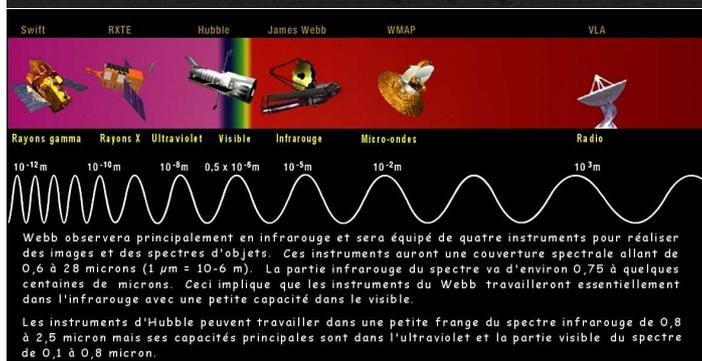
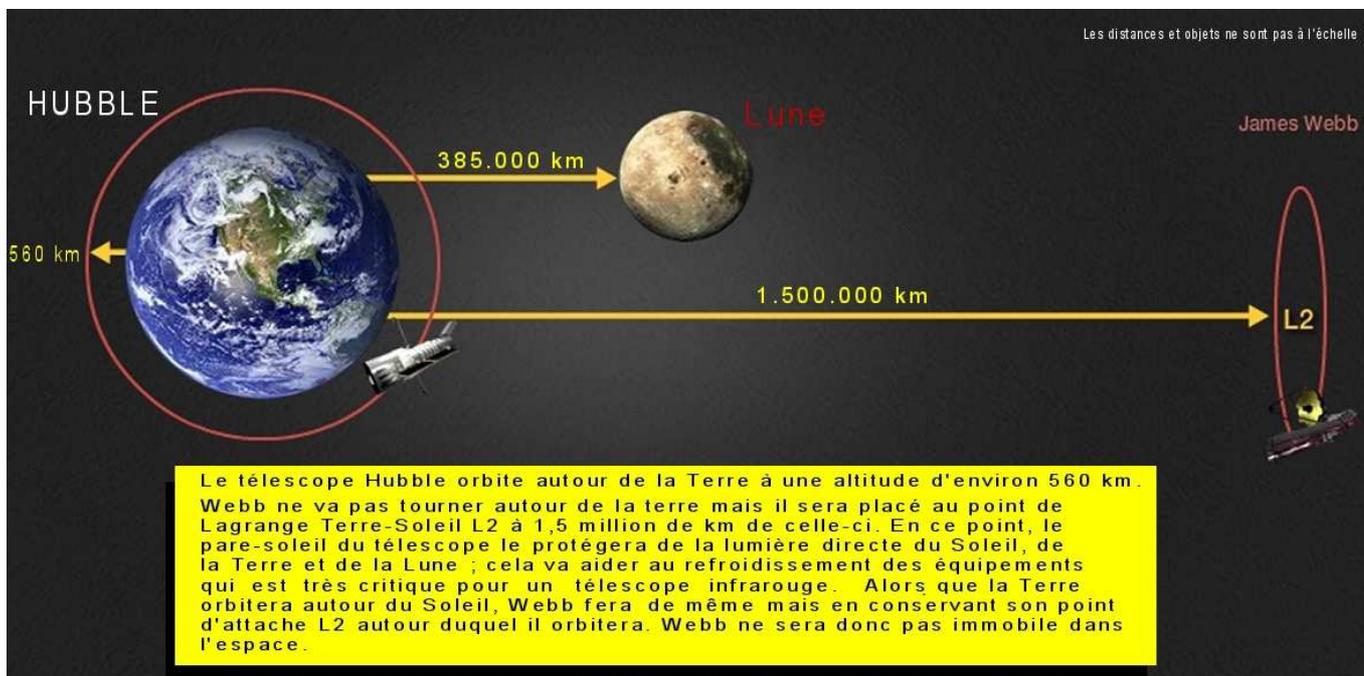
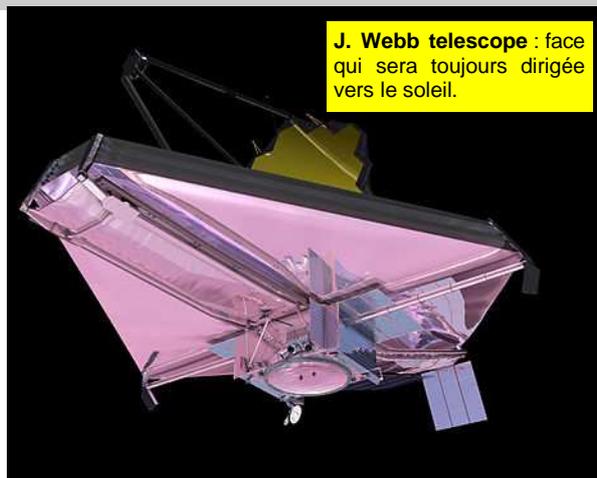
gin de 12 tonnes ne se pulvérise pas, il se brise en mille morceaux qu'il ne ferait pas bon recevoir sur le crâne...

Mais aujourd'hui les astronomes veulent voir toujours plus loin et qui dit plus loin, dit invivable... à l'œil. En effet, nous avons vu que les objets lointains s'éloignent de nous de plus en plus vite et donc la lumière qu'ils émettent se décale vers le rouge, puis vers l'infrarouge où notre œil est particulièrement insensible (tant que nous n'aurons pas un capteur IR intégré derrière la rétine, mais ça c'est pour les petits enfants). Le grand projet successeur de Hubble est donc un instrument spécialisé dans l'infrarouge : le James Webb Telescope. Il est gros, son miroir est plus grand que celui de Hubble mais composé de plusieurs miroirs séparés revêtus d'or. Son lan-



cement était prévu par Ariane 5 pour 2011 mais la date est aujourd'hui reculée à 2018 (l'ESA contribue aussi au projet, avec le lanceur, et des instruments scientifiques). Avec

sa spécialité IR, il est plus considéré comme un successeur du télescope Spitzer mais ses capacités dépassent en fait les deux télescopes Spitzer et Hubble. Webb sera capable de discerner des étoiles et des galaxies bien plus vieilles. Autre particularité importante, Webb sera situé à 1,5 million de km de la Terre, ce qui veut dire qu'il n'est pas prévu d'aller lui rendre visite. Il sera situé au point de Lagrange L2 où il sera en équilibre entre l'influence de la terre et celle du Soleil et toujours placé avec le Soleil et la Terre derrière pour ne pas être ébloui et... chauffé.



Domaine spectral de quelques observatoires.

James Webb Telescope : maquette grandeur réelle exposée au centre Goddard.

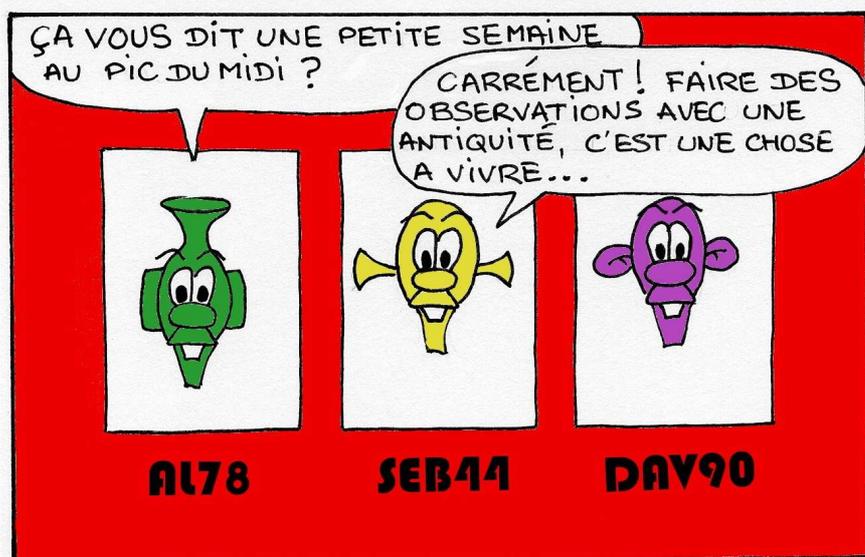
Les astronomes ont toujours eu des plans ambitieux pour Hubble : l'utiliser pour faire le portrait de l'univers le plus profond jamais réalisé en proche infrarouge. L'image qui en résulte peut révéler des galaxies naissantes qui existaient quand l'Univers avait moins de 500 millions d'années. D'autres observations comprennent un recensement des objets de Kuiper, les comètes glacées résidant à la périphérie de notre système solaire, l'observation de la naissance de planètes autour d'autres étoiles, et le sondage de la composition et la structure des atmosphères d'autres mondes etc... 23 ans, c'est encore le bel âge pour faire des exploits !

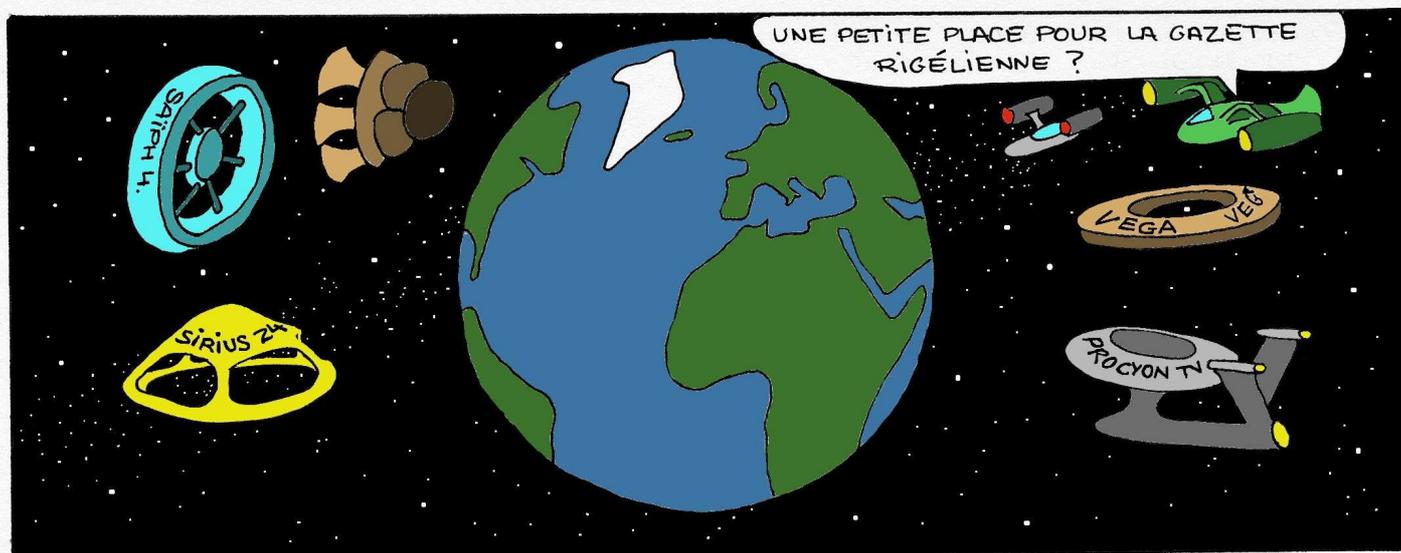
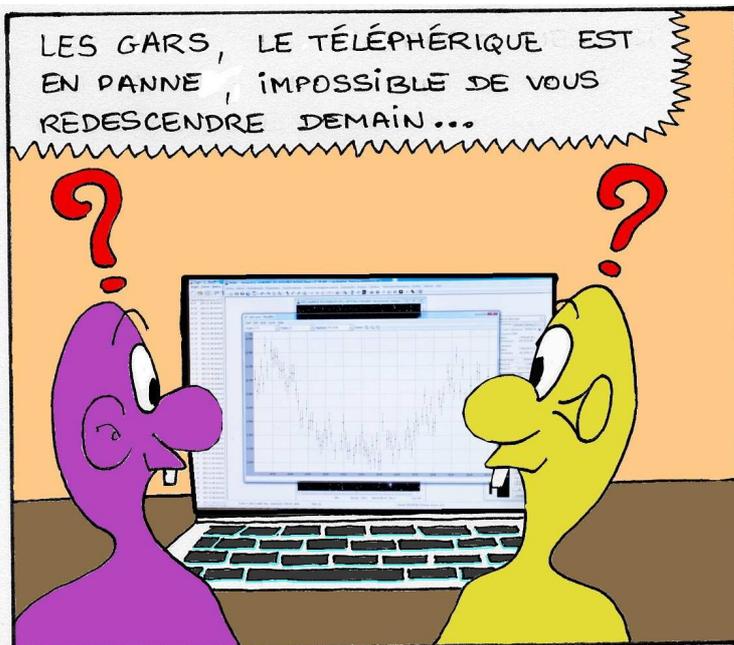
Merci Hubble pour tes belles images.



AL78

LOST



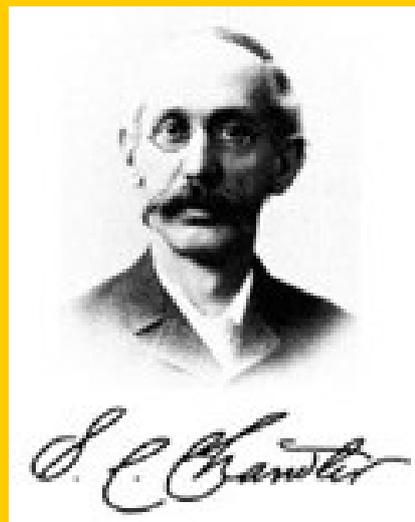


C'est arrivé ce jour-là...

Décembre 1913, il y a 100 ans

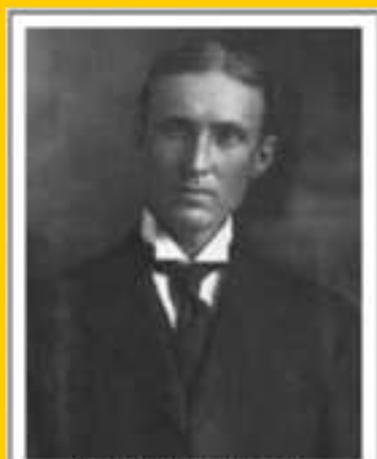
Après avoir été diplômé, Seth Carlo Chandler devient assistant de Benjamin Gould, directeur du département des longitudes. Quand Gould est nommé directeur de l'observatoire national d'Argentine, Chandler continue de travailler dans l'astronomie comme amateur associé avec l'observatoire d'Harvard. Chandler est surtout connu pour ses recherches sur le déplacement du pôle céleste, un déplacement qu'on connaît sous le nom de mouvement de Chandler : une variation de la position du pôle de quelques mètres sur une période de 433 jours. L'amplitude de cette nutation a atteint son maximum en 1910, mais son origine est restée inconnue pendant longtemps. En 2001, une nouvelle théorie a été proposée par Richard Gross du JPL. Cette nutation est causée par la nature fluide des océans et du cœur de la Terre. Chandler a aussi contribué à d'autres domaines de l'astronomie notamment

les étoiles variables. Il a également déterminé les paramètres orbitaux de comètes et d'astéroïdes. Il est récompensé par la médaille d'or de la Royal Astronomical Society en 1896. Il nous quitte le 31 décembre 1913.



Seth Chandler (1846 - 1913)

Décembre 1873, il y a 140 ans



Carl Otto Lampland
(1873 - 1951)

Carl Lampland est né le 29 décembre 1873 dans le Minnesota. En 1902, il commence à travailler à l'observatoire Lowell où il conçoit les premières plaques pho-

tographiques. En 1921, il est le premier à annoncer que la nébuleuse du Crabe (M1) évolue avec le temps, ce résultat sera confirmé par Edwin Hubble en 1928 qui ira même jusqu'à expliquer que la nébuleuse est le résultat d'une explosion stellaire (SN 1054). Il annonce une observation semblable pour M99, mais M99 est une galaxie spirale, et aucun changement morphologique notable n'est possible en quelques décennies. En 1923, il est le premier à observer une supernova dans la galaxie M83, mais à l'époque, ni la nature extragalactique des galaxies ni celle des supernovae ne sont connues, sa découverte passe complètement inaperçue, jusqu'en 1936 où il mentionne à nouveau cette observation avec plus d'insistance. Il construit également des thermocouples pour mesurer les températures des planètes ; il les utilise pour mesurer les températures nocturne et diurne de la planète Mars. Un cratère sur la lune et un autre sur Mars portent son nom.

Décembre 1863, il y a 150 ans

Annie Cannon est née le 11 décembre 1863. Elle est diplômée en physique et en astronomie en 1884. Elle devient experte en photographie, discipline toute nouvelle à l'époque. Elle devient l'une des « calculatrices » les plus célèbres parmi toutes celles engagées par Edward Pickering à l'observatoire du collège d'Harvard. Rapidement, elle devient une experte mondiale en classification des étoiles et parvient à en classer 5000 par mois à partir de plaques photographiques sur lesquelles elle ob-

serve les spectres d'étoiles jusqu'à la magnitude 9. Le fruit de son travail est rassemblé dans le catalogue Henry Draper publié entre 1918 et 1924. Elle est la première femme à recevoir le titre de docteur en astronomie en 1921. Elle reçoit de nombreux prix, mais ce n'est qu'en 1938 qu'elle obtient un poste permanent à l'observatoire de Harvard.



Annie Cannon (1863 - 1941)

Décembre 1853, il y a 180 ans



NGC 6791 est un amas ouvert. Il a été découvert en décembre 1853 par l'astronome allemand August Winnecke. Il se trouve dans la constellation de la Lyre à 4 kpc (13000 al) du Soleil. NGC 6791 est un amas ouvert tout à fait particulier, car, contrairement aux autres qui se trouvent dans le plan de notre galaxie, NGC 6791 est situé 1 kpc (3260 al) au-dessus du plan de la Voie Lactée. D'autre part, il est plus massif que la plupart des autres amas ouverts puisqu'on estime sa masse à près de 4000 masses solaires, il est aussi plus riche en métaux et plus âgé.

NGC 6791

Décembre 1803, il y a 210 ans

James Challis est un astronome britannique né le 12 décembre 1803. Professeur d'astronomie et de philosophie expérimentale, il est le directeur de l'observatoire de Cambridge pendant 46 ans. En 1846, John Herschel réussit à le persuader de se lancer dans la recherche de la 8^{ème} planète du système solaire. Le mathématicien John Adams avait prédit la position de la planète à partir des irrégularités de l'orbite d'Uranus mais il n'y avait que peu d'enthousiasme dans la recherche systématique de la planète basée sur les prédictions d'Adams. Poussé par Herschel, Challis débute ses recherches. Il ne savait pas à ce moment que le français Urbain Le Verrier avait fait exactement les mêmes prédictions, et le 23 sep-

tembre, l'astronome allemand Johann Galle confirme les calculs de Le Verrier en découvrant la 8^e planète, baptisée Neptune. Il apparaît par la suite, dans les notes de Challis, qu'il avait lui aussi observé Neptune. Il l'avait même observée à deux reprises un mois avant Johann Galle, mais il ne l'avait pas identifiée comme planète. En 1848, James Challis devient membre de la Royal Astronomical Society.



*James Challis
(1803 - 1882)*

Décembre 1783, il y a 230 ans

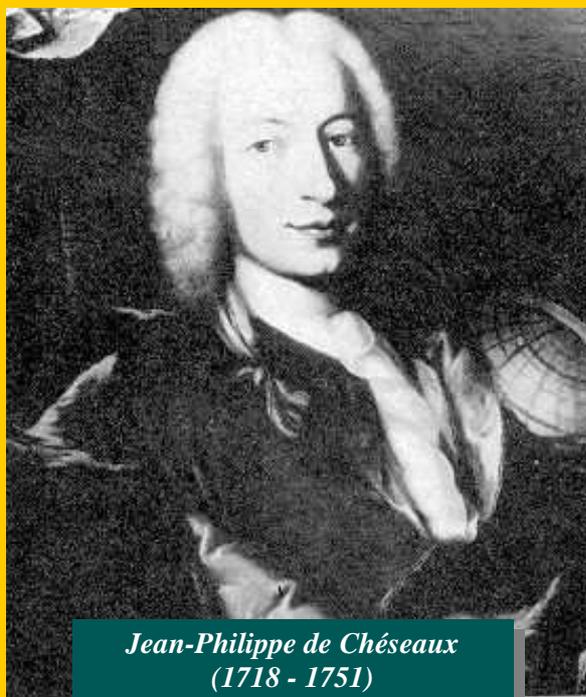
Le 19 décembre 1783, William Herschel découvre NGC 1055, ce qu'on appelle encore alors une nébuleuse. En réalité il s'agit d'une galaxie spirale, classée parmi les spirales barrées. NGC 1055 se situe dans la constellation de la Baleine à 52 millions d'années-lumière de la Terre. On évalue son diamètre à environ 115 000 al, soit légèrement plus que notre Voie Lactée. NGC 1055 forme un système double avec une autre galaxie, M77, découverte par Pierre Méchain en décembre 1780. Peut-être à cause de ses nébulosités, Charles Messier, en l'incluant dans son catalogue sous le n°77 croyait voir un amas avec des nébulosités. Sa partie brillante s'étend sur 120 000 al de diamètre mais des extensions portent le diamètre à plus de



NGC 1055

170 000 al. Les deux galaxies ne sont séparées que de 440 000 al, soit 6 fois moins que ne l'est la galaxie d'Andromède de la nôtre. Si M77 était à 440 000 al de notre Voie Lactée, on la verrait dans le ciel comme un objet de magnitude -1,5 soit à peu près la magnitude de l'étoile Sirius !

Décembre 1743, il y a 270 ans



Jean-Philippe de Chéseaux
(1718 - 1751)

Jean-Philippe de Chéseaux est un astronome suisse. De décembre 1743 à mars 1744, il consigne ses observations d'une comète dans un livre : *le traité de la comète*. Cette comète se caractérise par ses queues multiples. La comète C/1743 X1 passe au plus près du Soleil en 1774 et elle a sans doute été la plus belle comète du XVIII^{ème} siècle. En 1746, il présente une liste de nébuleuses à l'Académie française des sciences. Il a aussi été le premier à formuler une version moderne du paradoxe d'Olbers, connu à l'époque sous le nom de paradoxe de Chéseaux-Olbers, ou le paradoxe de la nuit noire ; déjà connu par Kepler en 1610, il est décrit par Halley, de Chéseaux et surtout Heinrich Olbers en 1823. A une époque où on imagine un Univers infini contenant une infinité d'étoiles réparties uniformément, chaque direction d'observation doit aboutir à la surface d'une étoile. Ce qui fait qu'une étoile est moins brillante que le Soleil, c'est que du fait de

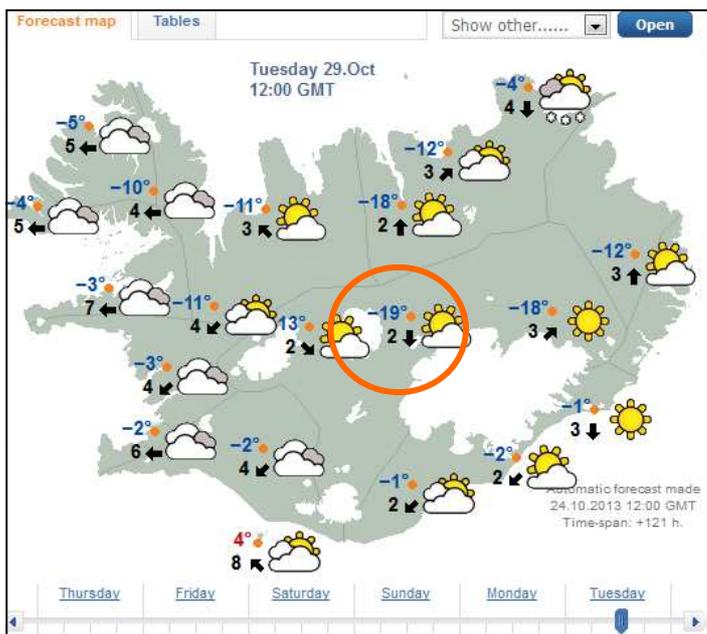
sa distance, sa taille apparente est beaucoup plus petite que le Soleil, mais, puisqu'il y en a une infinité, notre direction d'observation intercepte toujours la surface d'une étoile : le ciel nocturne devrait être aussi brillant que le Soleil. C'est le paradoxe...

Halley se dit que si l'Univers est infini et rempli d'étoiles, alors la luminosité du ciel nocturne doit elle aussi être infinie. De Chéseaux décrit ce paradoxe mathématiquement avec des étoiles réparties à l'intérieur de tranches d'Univers découpé en coquilles sphériques. En tenant compte du nombre d'étoiles dans chaque coquille d'Univers et de leur distance à l'observateur terrestre, il calcule que l'énergie du ciel nocturne devrait être 180 000 fois plus intense que celle du Soleil. Olbers tient compte du fait que les étoiles se cachent les unes, les autres et donc que l'énergie totale n'est pas infinie mais simplement égale à celle d'une étoile moyenne. Pour lever ce paradoxe, il faut tenir compte de plusieurs paramètres : les étoiles n'ont pas une durée de vie illimitée. Un autre paramètre est la dimension finie de l'Univers. Suggéré par Kepler puis Edgar Allan Poe et François Arago, cela implique que la lumière ne peut nous parvenir que d'une région limitée de l'espace. C'est l'explication principale du paradoxe d'Olbers, la lumière de la plupart des étoiles n'a pas eu le temps de parvenir jusqu'à nous. Un autre effet, mais mineur par rapport au précédent est causé par l'expansion de l'Univers, qui décale vers le rouge la lumière des galaxies les plus lointaines. Le ciel est bien brillant la nuit mais pas dans le visible, pour voir cette clarté de l'Univers il faut regarder dans le rayonnement micro-ondes.

vrier pour enfin profiter du paysage sous le beau temps. Pour l'instant les prévisions pour les aurores se calment à partir de samedi mais, on ne sait jamais, mieux vaut se trouver là où on peut voir le ciel pour augmenter nos chances de les voir. En regardant les sites sur l'activité du soleil, il semble que la région active AR1875 qu'on a photographié hier a provoqué ce qu'ils appellent un tsunami dans la soirée, une éruption de niveau M4 ; de plus, elle est idéalement placée, juste au centre du disque solaire, face à la Terre, et il est donc possible d'espérer voir quelque chose dans les jours qui viennent.

Jour 2, jeudi 24

Petit déjeuner à l'Islandaise : tomates, œufs, jambon, fromage, donc le plein d'énergie pour la journée et c'est nécessaire car dehors il fait seulement 1 °C. Certaines voitures qui passent dans la rue ont de la neige sur le toit. Ici à 8h 30, le jour ne s'est pas encore levé (ça correspond à 10h 30 en France, le jour est franchement plus court). Départ pour la péninsule juste au nord de Reykjavik, soit 180 km à faire. Toutes les montagnes sont couvertes de neige, et même déjà à la sortie de Reykjavik la neige recouvre le sol. A certains moments, le thermomètre de la voiture est descendu à -1,5°C. Les prévisions météo confirment que demain il fera beau, et le niveau des aurores est de 4, ça semble bon. Sur les actualités du soleil, une autre éruption a eu lieu dans la nuit, une M9 qui, si elle est bien placée, augure de bonnes chances pour voir des aurores dans les nuits à venir. Par contre, la météo prédit



des températures vraiment hivernales : du moins 19 °C ! Demain, il est prévu de se lever tôt (5h 30 qui correspond à 7h 30 chez nous), car le ciel devrait déjà être suffisamment dégagé et il n'est pas impossible de voir déjà des aurores, à suivre...

Jour 3, vendredi 25

Réveil à 6h du matin, il fait toujours nuit mais les nuages sont là. De toute façon, l'alerte niveau 3 des aurores s'est décalée vers le milieu de la matinée et il n'y aurait peut-être rien eu à voir ; on peut se recoucher ! Après un copieux petit déjeuner version islandaise (les bocaux de harengs en ont pris un sacré coup), départ pour un tour de la péninsule. L'extrémité est dominée par un volcan, le Snæfellsjökull (prononcez Snaïfeutleusyokeutleu). Il est célèbre puisque c'est par sa caldeira que les explorateurs de « voyage au centre de la Terre » de Jules Verne ont entamé leur périple. Il domine toute la péninsule de Snæfellsnes de ses 1446 m d'altitude. Le nom de la montagne est Snæfell, son nom complet vient du fait qu'il est recouvert d'un glacier (jökull). Il est éteint mais les dernières éruptions qui datent de 4000 et 1700 ans ont déversé d'importantes quantités de lave visible partout dans le paysage alentour. Dans notre tour du volcan, nous faisons des haltes à tous les points d'inté-





Le Snaefellsjökull

rêts : la côte, avec le point de vue sur les glaciers de la péninsule située plus au nord, l'habitat traditionnel islandais avec des petites maisons au toit recouvert de végétation, les phares le long de la côte, les magnifiques falaises ou encore les plages noires car ici, tout vient du volcan. En plein midi, au meilleur de la journée, nos ombres s'allongent sur le sol et la lumière évoque plus un coucher de soleil ; il faut dire qu'avec 14 h de nuit, le soleil ne monte guère au-dessus de l'horizon. Au retour, nous décidons de couper par les montagnes. La température des-

cend rapidement à zéro et nous nous arrêtons près d'un petit lac partiellement gelé. De retour à l'appartement, les prévisions météo indiquent toujours un ciel parfaitement dégagé (ce n'est pas du tout le cas au-dessus de nos têtes) et le niveau 3 pour les aurores s'est à nouveau décalé au lendemain !

Jour 4, samedi 26

Debout aux aurores pour voir si par hasard il y aurait quelque chose à voir dans le ciel. Apparemment, si aurores il y a, elles doivent se condenser pour nous tomber dessus : il pleut ! Dommage que le temps ne soit pas clément et que les éruptions solaires ne soient pas idéalement dirigées car il y a encore eu deux énormes éruptions dans la journée d'hier, une X2 suivie quelques heures plus tard d'une X1. Le soleil se déchaîne vraiment en ce mois d'octobre et pour ceux qui habitent sous les hautes latitudes, il y a visiblement du spectacle : tous les jours nous consultons certains sites avec une galerie photo des aurores. Constat : il y a des aurores pratiquement tous les jours, la dernière en date le



Lac Valavatn



Gullfoss

25, depuis les îles Lofoten en Norvège. Aujourd'hui nous descendons dans le sud, à Vik, là où nous étions en février, puisque d'après la météo, c'est là qu'il faut être pour avoir un ciel dégagé. Nous passons par le centre pour voir à nouveau le fameux geyser de Geysir que nous avons vu sous la pluie l'hiver dernier. Passage dans le magasin près du parking, je m'achète une chapka islandaise pour me garder les oreilles au chaud. Cette fois ci, avec un ciel clément, nous profitons du spectacle et assistons à plusieurs éruptions du geyser avant de poursuivre la route vers les chutes de Gullfoss : une splendeur. Nous arrivons à l'auberge de Vik mais il fait toujours aussi mauvais qu'en février avec la pluie, le vent et quelques degrés en moins... Les prévisions météo nous laissent entrevoir une possibilité de voir le ciel demain et

après demain soir et l'Université d'Alaska sur les prévisions des aurores prédit un niveau 3 pour les 4 jours à venir. Mais, sachant qu'ici les prévisions météo sont à peine fiables pour la demi-journée, tout peut encore arriver.



Geysir Stokkur

Jour 5, dimanche 27

Ce matin, le ciel est plus clément mais toujours bien chargé. Une légère bordure orangée se dessine sur l'horizon et c'est donc par-là que nous décidons de passer la journée. Cela tombe bien car c'est dans cette direction que se trouve un de nos spots favoris : les icebergs. Un constat s'impose : ils sont bien plus nombreux qu'en février. Tandis que certains font des photos (les glaçons sous toutes les coutures, depuis tous les points de vues), d'autres font des timelapses : des séries de 150 photos qui devraient mettre en évidence le lent déplacement des icebergs. Sur un des films il y a même un canard qui remontait péniblement le courant et, en timelapse, on devrait le voir se démener parmi les glaçons. Sur le même film un peu plus tard, il y a même un phoque qui est passé. Sur la plage les morceaux de glace de toutes les formes, de toutes les tailles et même de toutes les consistances, des plus parfaitement transparents aux plus opaques, se font balloter par les vagues, un vrai régal pour les yeux. Nous nous arrêtons ensuite non loin de là, à un endroit où nous avons vu des



phoques l'hiver dernier. Depuis la rive, un coup d'œil aux jumelles et ce sont près d'une vingtaine de phoques qu'on peut observer ; certains n'ont que la tête hors de l'eau mais la plupart sont allongés sur des petits icebergs qui dérivent lentement sur les flots. De retour vers Vik, la nuit tombe, le ciel se dégage de plus en plus. Pour ce soir nous n'aurons qu'à surveiller les paramètres indiquant l'intensité du flux de particules qui viennent frapper notre atmosphère. Cette nuit le ciel est enfin dégagé. D'a-



près les sites spécialisés, les particules des éjections de masse coronale du 26 octobre dernier doivent atteindre la Terre demain, c'est donc demain soir que le ciel devra être dégagé.

Jour 6, Lundi 28

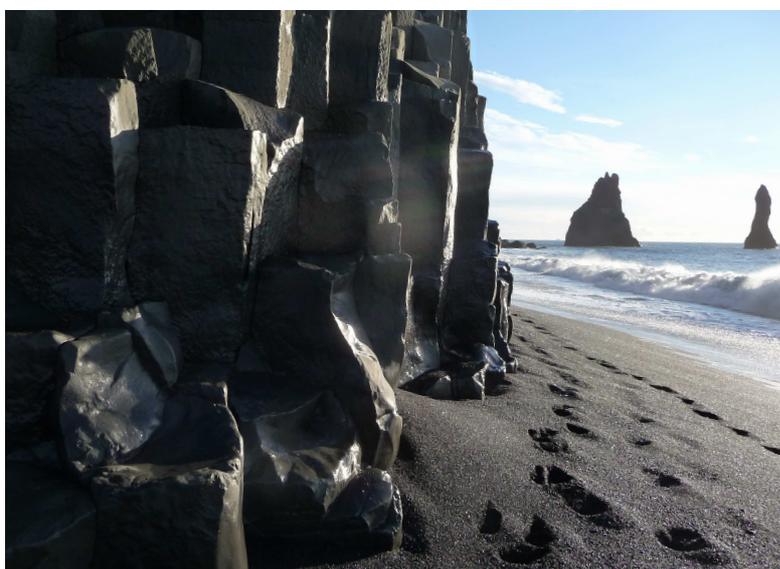
Encore une nuit tranquille, même pas dérangé par une seule aurore ! Encore une éruption X1 sur le soleil cette nuit suivie d'une M5 deux heures plus tard ; peut-être les prémices d'une future aurore dans deux jours (nous ne serons plus là), peut-être même qu'elle sera visible de là où on est aujourd'hui... Maguy a sur-

veillé le ciel cette nuit : il est noir, étoilé avec Orion mais pas une aurore en vue. Enfin, nous allons pouvoir assister à un lever de Soleil pendant le petit déjeuner. Départ ensuite pour une plage près de Vik : des falaises de lave solidifiée en tubes hexagonaux et les vagues y ont creusé par endroit des grottes. Entre deux vagues, je tente un passage derrière un rocher, mais mes calculs ne sont pas bons et je rencontre une série de grosses vagues qui m'obligent à courir dans la grotte



où je suis quand même rattrapé par les flots, j'ai les pieds trempés. La vague suivante me repousse encore plus loin au fond de la grotte. Les vagues se calment, je peux enfin admirer les alentours. A mon retour, sur la plage principale, je constate que Véro, qui avait tenté de me suivre, n'a pas pu échapper à la première vague et a été balayée par la seconde. Retour à l'auberge pour se changer, la mésaventure va nous

coûter une paire de jumelles (l'eau en s'évaporant laisse des traces de sable et de sel). Nouveau départ, nous essayons de contourner l'Eyafjallajökull (prononcer « eyafyeutleuyokeutleu »), le volcan qui était entré en éruption au printemps 2010. La route goudronnée se transforme rapidement en piste et, après quelques kilomètres et deux passages de gués, le troisième nous semble un peu trop profond : demi-tour. Nous nous arrêtons près d'une cascade encaissée, à quelques dizaines de mètres seulement d'une autre cascade beaucoup plus





ments ecclésiastiques, les cathédrales scandinaves sont beaucoup plus lumineuses et plus chaudes. Je reste en extase devant un orgue somptueux récemment rénové, je constate qu'il y a même deux orgues dans la nef, le son doit être divin, ça doit changer de l'orgue sur lequel je joue dans l'église près de mon école... De retour dans l'hô-

célèbre qui attire tous les touristes, il n'y a qu'à compter les cars dans le parking. Quant à nous, nous sommes seuls au pied de la nôtre. Nouvel arrêt sur une plage près d'une falaise creusée d'une immense arche ; pour certaines visites, les bateaux passent carrément en dessous. De retour à Vik, passage dans un magasin de confection de pull, vestes et autres souvenirs. Maguy fait le plein de chaussettes. En rentrant à l'auberge, les sites nous indiquent que la nuit doit rester dégagée mais les éruptions de classe X d'il y a deux jours ne sont toujours pas arrivées : pas d'aurores en prévision.

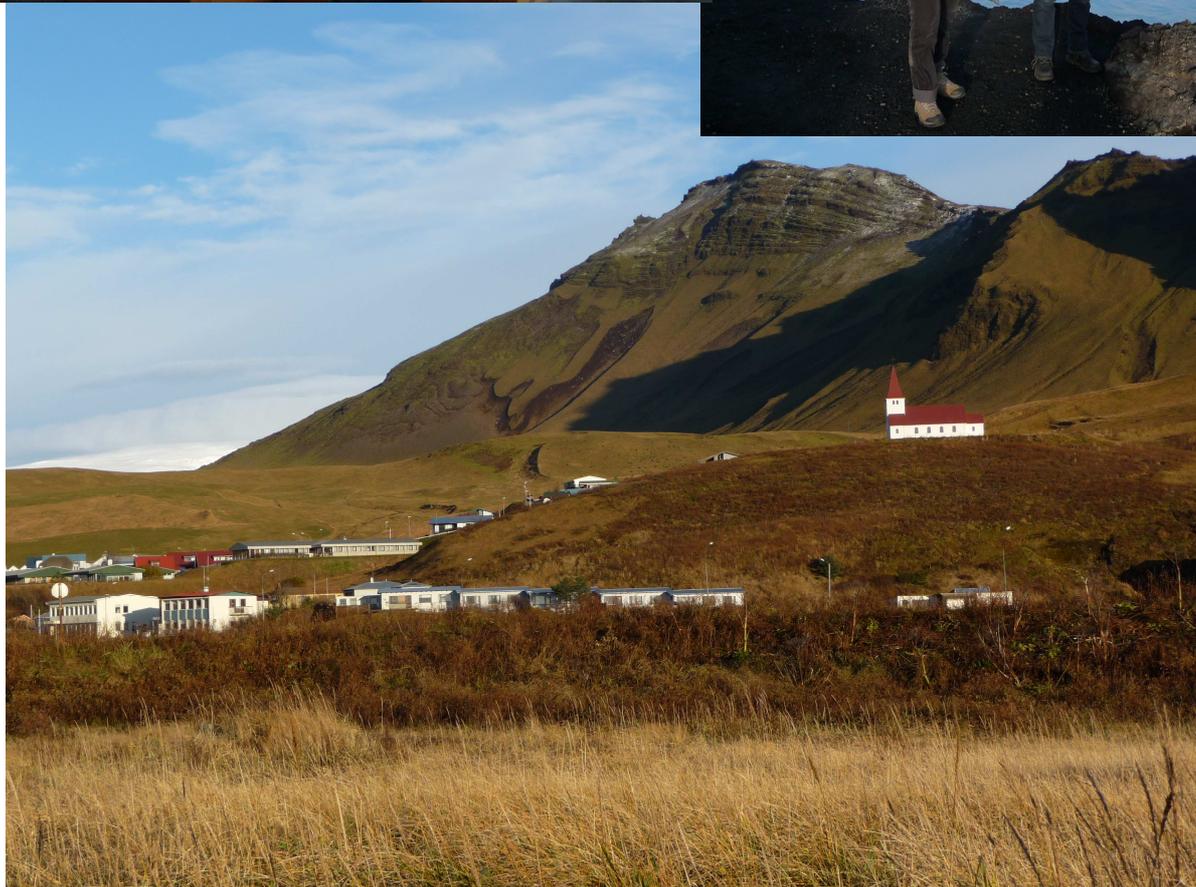
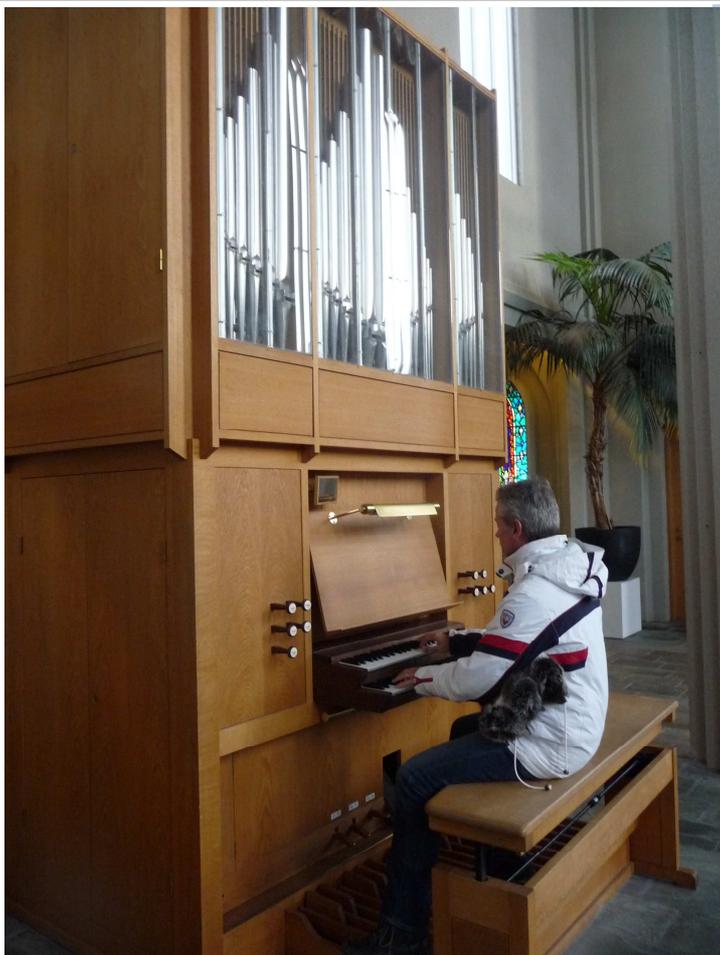
Jour 7, mardi 29

Nous quittons l'auberge de Vik et retournons à Reykjavik. Nous ne pouvons nous empêcher de passer à nouveau (comme en mars dernier) par le lagon bleu, c'est un site vraiment magnifique : le bleu de l'eau contraste avec le noir de la lave du paysage. De retour dans la capitale, nous allons visiter la cathédrale. Nous circulons dans les rues du centre-ville et nous trouvons même de la place dans le parking de la cathédrale, il n'est même pas payant ! Contrairement à nos bâti-

tel Arctic, je me précipite sur les prévisions météo et celles des aurores : les aurores sont bien prévues, mais aucune chance d'en voir depuis l'Islande, les premières images ont été réalisées en Norvège, dans la ville de Tromso sur le cercle polaire Arctique. Il s'avérera que les dernières éruptions de classe X vont provoquer des aurores pendant 4 jours, toutes visibles depuis Tromso qui pourrait bien être notre prochaine destination pour parvenir à en voir au moins une !

Nous terminons notre semaine dans notre restaurant favori...





Plusieurs nuits d'aurores à partir du 29 octobre photographiées depuis Tromsø en Norvège.





Solution du n°67 d'octobre

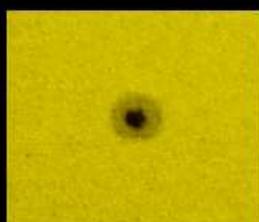
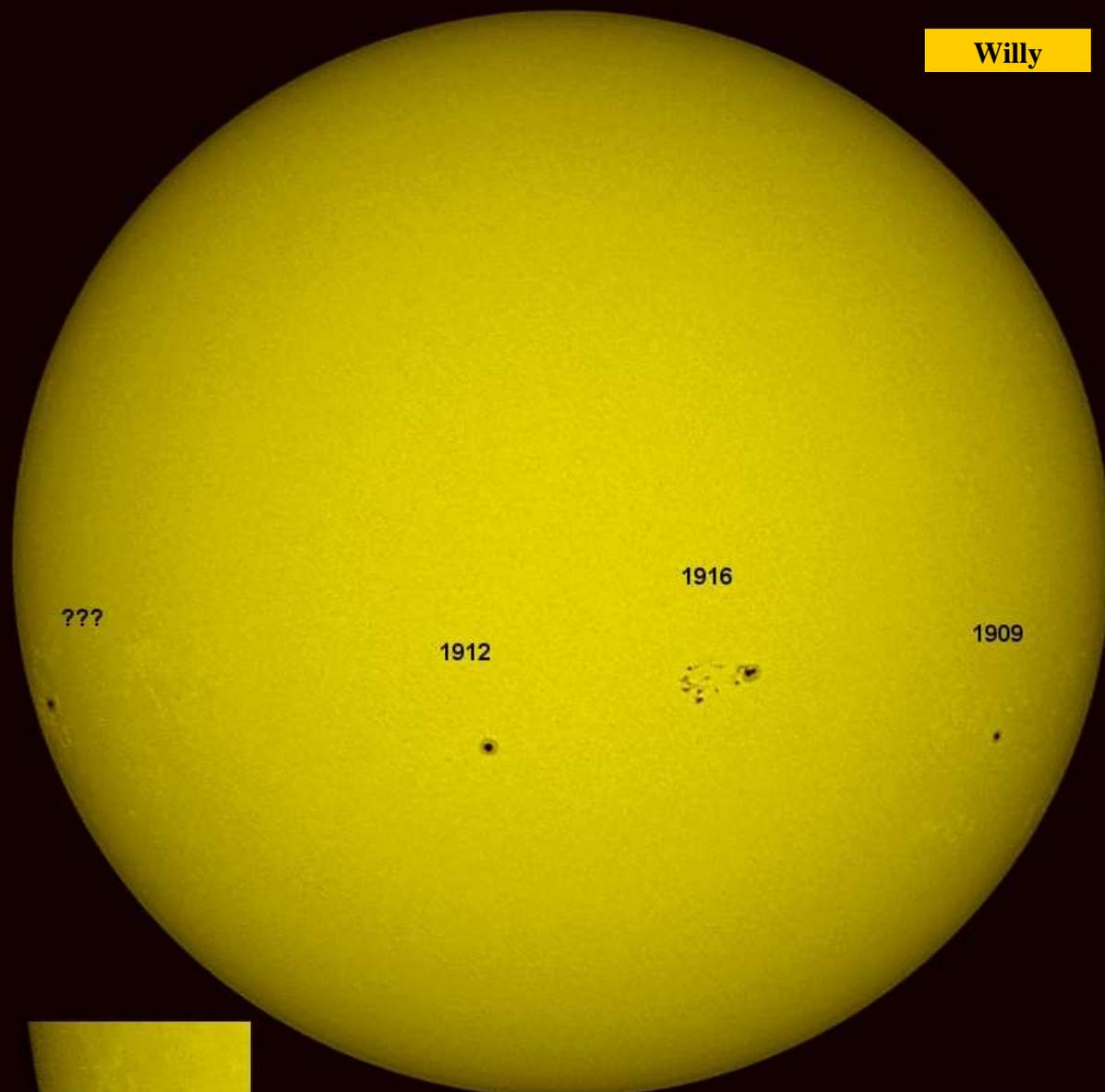
Colossal	H	Pas vêtu	Sulcus sur Encelade	B	Fermé Amas	C	Minoterie	M	Gaie	R	Courriers	C	Adj. poss.	M
Ouverture	E	N	T	A	I	L	L	E	Esclave	I	L	O	T	E
Epouse	B	R	U	G	L	O	B	U	Jette	L	A	I	R	E
			Amas stellaires denses 52 ares											
Vin doux	C	Jeunes Handicapés	A	D	O	S	Mauvais film	N	A	N	A	R	Sont à point	Paradis
	M						Après le 99ème Créatrice	C	E	N	T	I	E	M
Titre	L	O	R	D	Comédie	F	A	R	C	E	Un des pôles	S	U	D
Défunte					Trima						Ennuis			
	F	E	U	E	Brillante	P	O	L	I	E	Rude	A	P	R
					Pesante						Blaque			
Lentille	E	R	œuf de pou	L	E	N	T	E	Museau	G	R	O	I	N
Robot			Bifferai						A sa boîte					
	A	N	D	R	O	I	D	E	Baquettes	P	A	I	N	S
									Gain					Origine
Plénitude	S	A	U	N	A	Fanfare bretonne	B	A	G	A	D	Poissons	G	
						131 est cancéro-gène								
	A	D	M	I	R	A	T	I	O	N	Pas nette	S	A	L
											Nomme			
Cours d'eau	O	U	E	D	Flicage	R	O	N	D	E	Refus	N	O	N
Mesure											Prénom féminin			
	S	T	E	R	E	Langage	I	D	I	O	L	E	C	T
						Métal léger								
7ème grecque	E	T	A	Point gagnant	A	C	E	Fixées	R	I	V	E	E	S
Filet à cheveux														
	R	E	S	I	L	L	E	Soite	B	E	T	A	S	S

M	A	V	E	N
1	2	3	4	5

MAVEN Mars Atmosphere and Volatile Evolution
 C'est une mission qui fait partie du programme SCOUT de la NASA. Prévus pour être lancés en 2013, MAVEN va explorer la haute atmosphère de Mars, sa ionosphère et les interactions avec le Soleil et le vent solaire. Le centre d'Etude Spatiale des Rayonnements de Toulouse collabore pour la fourniture du détecteur d'un des huit instruments scientifiques embarqués.

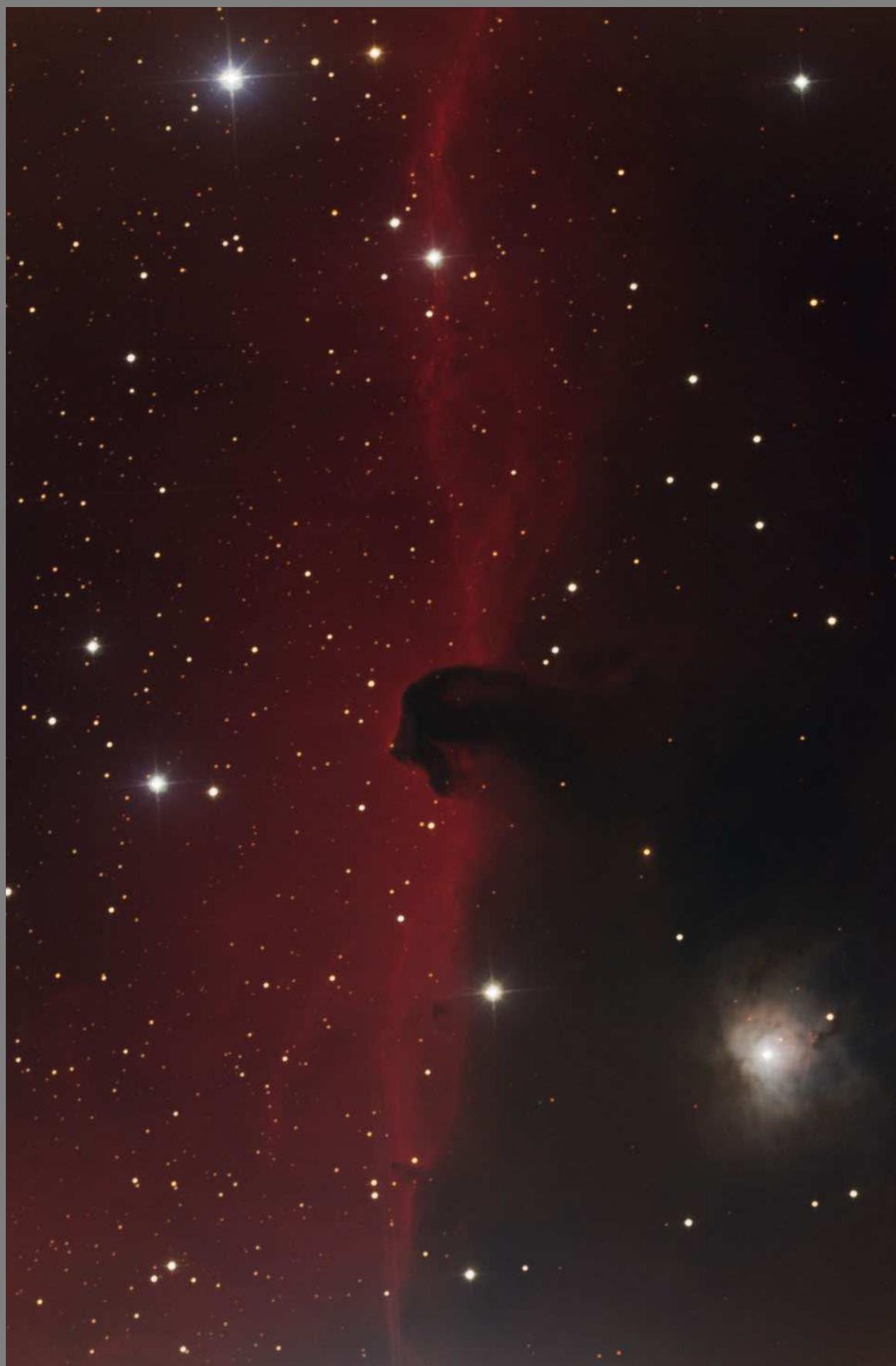
Galerie

Willy



Soleil en visible le 07 décembre 2013 vers 12h TU
Lunette ZS70ED avec filtre astrosolar D5 sur monture EQ1 de table
Caméra ORION 4SIII avec filtres IR-UV cut + N°56 au foyer ou sur barlow x2,4
Prises de 30 sec à 30 im/sec. Traitement RS6, 120 meilleures trames
Finition Irfanview & GIMP
Ciel clair, turbulence sensible, pas de vent

**IC 434 : la tête de cheval
(les naufragers du Pic)**



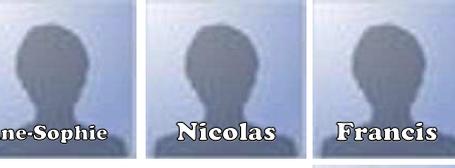
**NGC 2359 : le casque de Thor
(les naufragers du Pic)**



**NGC 2264 : nébuleuse du cône
(les naufragers du Pic)**



Albireo78
saison 2013-2014



www.albireo78.com

Joyeux Noël
et



Bonnes fêtes !

Sortie du n°69 : février 2014

Siège social
18 rue du 11 novembre
78690 Les Essarts le Roi
Mail : albireo78@dbmail.com

Président
Lionel Bourhis
34 rue du four à chaux
28700 Bleury

Ont participé au n°68
Michel Gantier
Lionel Bourhis

Imprimé à Chartres
Chartres Repro
5 rue du Maréchal Leclerc
28110 Lucé