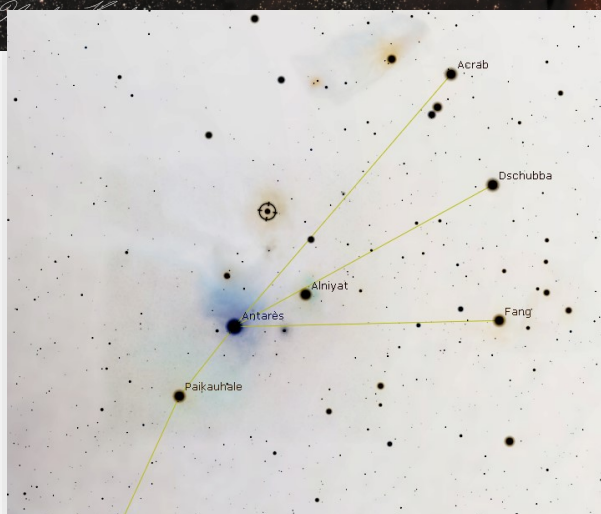


# L'ALBIREOSCOPE

*la navette spatiale  
Starship. Webb. Perseverance  
la spectohéliographie*

*Rho Ophiuchi  
Nicolas*



## Région $\rho$ (Rho) Ophiuchi

**Constellation** : Scorpion, Ophiuchus

**Instrument** : Lunette fsq 106

**Image** : LRGB

**Total** : 19h

**Date** : décembre 2021

**Nicolas**

Le nuage Rho Ophiuchi est un nuage moléculaire géant de la Voie Lactée. Il s'étend de l'étoile Antares à  $\rho$  Oph à travers les constellations du Scorpion et d'Ophiuchus. Il se trouve à 420 al de la Terre.  $\rho$  Oph (étoile multiple à gauche) éclaire son environnement de sa belle couleur bleue due à sa température de surface élevée : 22 400 K. Sur la droite Antares ( $\alpha$  Sco) est plutôt jaune car sa température de surface est plus faible : 3 800 K. Au dessus d'Antares on voit l'amas globulaire M4, en arrière plan à 7 200 al.

# Sommaire

## 4



### la navette spatiale

Colombia : début et  
fin de l'ère  
« navette spatiale »

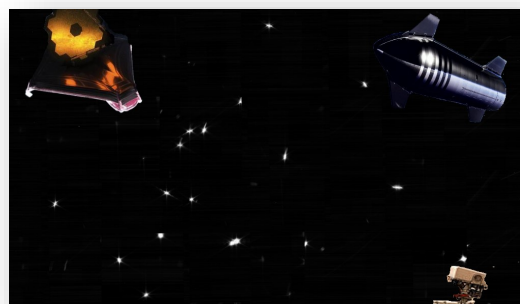
*Michel*

## 20

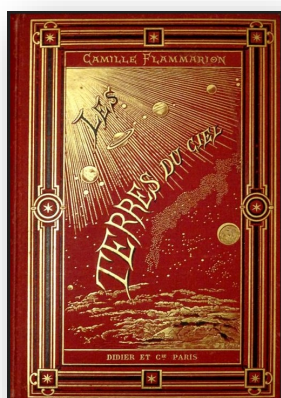
### Starship. Webb. Perseverance

*Michel*

Des nouvelles de...



## 30



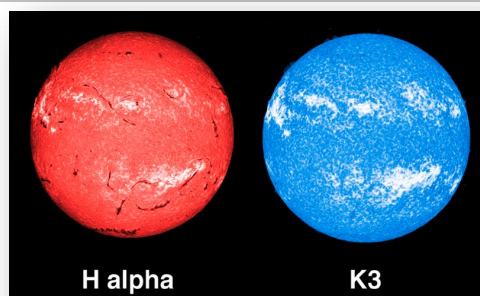
### C'est arrivé ce jour-là...

Des événements en relation avec le monde de  
l'astronomie qui se sont déroulés en février  
1842, 1792, etc...

## 34

### la spectrohéliographie

Le filtre universel pour photographier  
le Soleil dans toutes les longueurs  
d'onde...



# Columbia

Bob  
Crippen  
STS-1

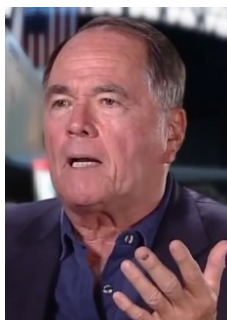
*Une navette qui marquera le début et la fin de l'ère "navette spatiale"*

On voit, sur cette photo ci-dessus, Bob Crippen dans le cockpit de Columbia, lors de la première mission de la navette : STS-1 (12 au 14 avril 1981). Il accompagne John Young, un vétéran qui a marché sur la Lune... rien que ça !

Dans le précédent numéro d'Albireoscope, nous avons eu une idée des problèmes rencontrés lors de l'assemblage de cette première navette spatiale, notamment pour faire tenir les tuiles qui servent de protection thermique lors de la périlleuse rentrée atmosphérique. Columbia va servir, sur les missions suivantes, de vaisseau spatial « test », pour la mise au point des constructions futures, notamment la navette Challenger qui va faire son premier vol en avril 1983.

Mais revenons un peu sur le succès de la mission STS-1, malgré quelques ennuis pas trop ébruités...

Bob Crippen : « *En regardant par la fenêtre... la mer et les nuages se précipiter, cela nous a en fait donné une impression de vitesse plus importante que lorsque nous étions en orbite. Mais nous étions tout de même inquiets parce que nous avions perdu des tuiles au départ, lors de la mise sur l'orbite et ils (les contrôleurs) ne savaient pas si nous en avions perdu sur le fond mais... Je me souviens quand John est entré pour sa finale. J'ai regardé le lit du lac et il y avait des milliers de personnes là-bas qui nous attendaient, je pense.* »



Bob Crippen

John Young était ravi, c'était une machine volante tellement magnifique pour lui à ce moment-là.



Charlie Baker (support navette)

Charlie Baker : « *je voyais enfin la navette de près sur le lac... incroyable qu'un tel engin, une telle masse puisse voler* ». Le gens pensaient vraiment que c'était impossible, mais ils l'ont fait et démontré au travers du programme de la navette.



14 avril 1981, Columbia va atterrir sur le lac asséché de la base Edwards

Des milliers de spectateurs se sont alignés le long de la piste d'atterrissage pour saluer la navette et ses deux hommes d'équipage.



Cela et d'autres problèmes seront résolus bien sûr ; Columbia allait être placée au sommet du 747, spécialement configuré pour son transport, et renvoyée en Floride afin d'être préparée pour sa prochaine mission.

Après l'atterrissage de la navette, il y a une procédure de traitement pour la vérification après le vol. Ensuite, lorsque la navette est prête à s'accoupler avec le 747, celui-ci est remorqué en dessous, puis ils abaissent la navette spatiale sur les

Hé ! Ce truc fonctionne et nous l'avons récupéré en un seul morceau.



**John Casper**  
(Astronaute)

John Casper: « tous ceux qui étaient concernés par le programme navette, et même ceux qui étaient venus seulement regarder l'atterrissage ressentent beaucoup de fierté pour ce pays et son programme spatial. Wooh ! Les émotions sont libérées, le vol s'est effectué en toute sécurité ; ils sont de retour à la maison ; ça fonctionne bien... le programme est excellent, et il a un bel avenir devant lui ».



supports au-dessus de l'avion. Une affaire pas si simple car l'ensemble fait la hauteur d'un immeuble de 8 étages. Et après, c'est le décollage sur les pistes extra longues de la base aérienne d'Edwards. La destination est le Kennedy Space Center :



L'équipage de l'avion (le Shuttle Carrier Aircraft), composé de quatre personnes, va bientôt s'habituer à l'odeur du caoutchouc brûlé : c'est le résultat de la chaleur intense générée par les pneus de leur avion alors qu'ils transportent deux avions massifs à plus de 160 km/h...

Plusieurs arrêts seront nécessaires pour atteindre la côte de Floride car ce 747 « boit » beaucoup...



Alors que le retour de Columbia a été spectaculaire, les inquiétudes des ingénieurs de la NASA concernant le système de protection

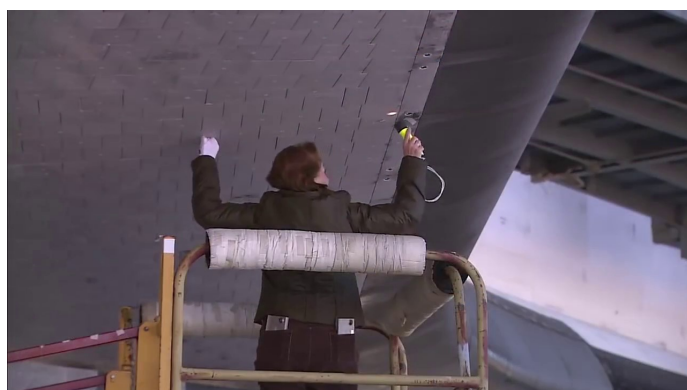
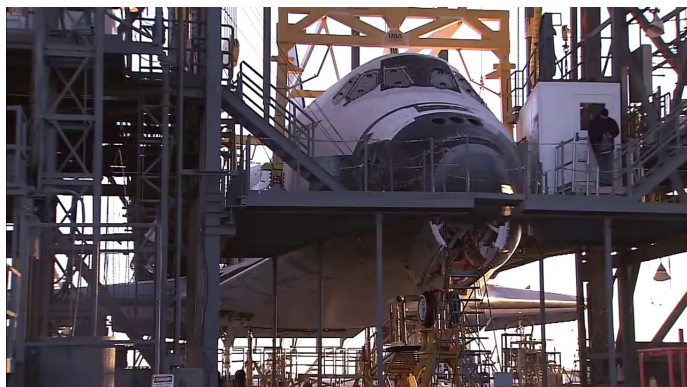
thermique des navettes persistent. En effet, lors de l'inspection après l'atterrissage, 148 des tuiles orbiters ont été retrouvées brisées et 16 autres étaient manquantes en raison des effets d'une onde de surpression.



L'autonomie moyenne d'un 747 est d'environ 8 000 km, mais en raison de sa configuration de poids et de ses exigences de vol spéciales, le SCA ne peut parcourir que 1 600 km à la fois. A cela, s'ajoutent les aléas de la météo qui peuvent contraindre à faire des détours... Arrivé à destination, le vaisseau spatial est récupéré pour sa vérification et la préparation de la prochaine mission.



S'assurer de sa réutilisation était une chose qui n'avait jamais été faite auparavant, et c'était bien ce qui était merveilleux à propos de la navette spatiale : la mettre en orbite, la faire revenir et l'utiliser à nouveau.



Jusqu'à fin 1982, Columbia va réaliser encore 4 missions avant de passer le relais, temporairement, à Challenger, la nouvelle venue. A noter que STS-5 emportera cette fois un équipage de quatre astronautes, le standard des missions « test » précédentes était de deux personnes.

Et la navette **Challenger** va prendre le relais de Columbia...



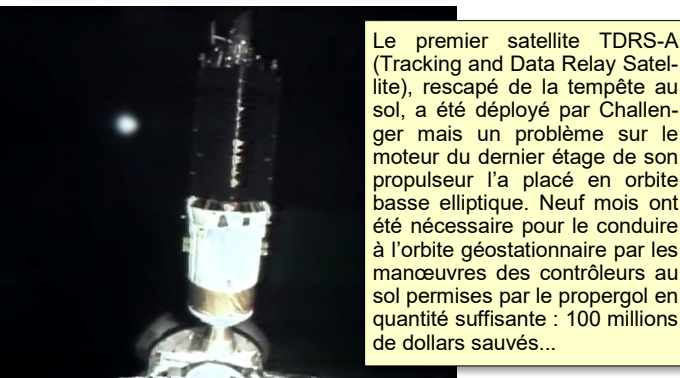
Le 4 avril 1983, c'est la mission STS-6, le vol de baptême de Challenger.



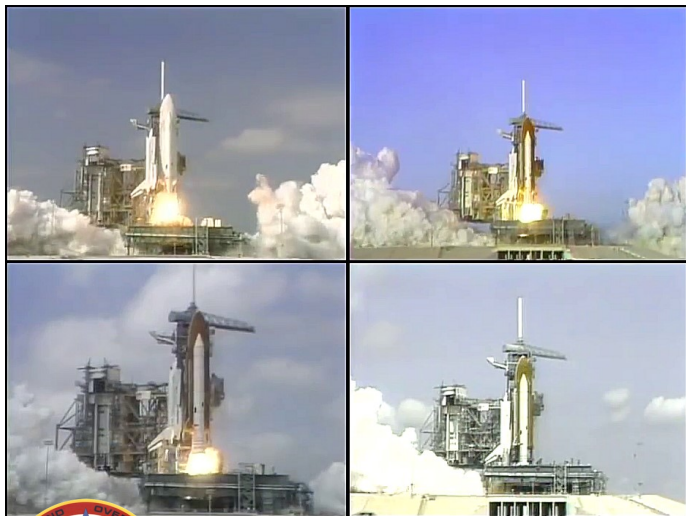
Ces quatre astronautes représentent le premier équipage de la navette Challenger qui sera lancée du Pad-39 pour la mission STS-6 début avril 1983. Assis : Paul J. Weitz (à gauche), commandant de l'équipage, et Karol J. Bobko, pilote. Debouts : Donald H. Peterson (à gauche) et Story Musgrave, tous deux spécialistes de mission. Challenger en route, dans le brouillard de novembre 1982, vers le Pad-39 pour des tests avant son lancement (qui sera retardé jusqu'en avril 1983 : fuite d'hydrogène, remplacement des moteurs principaux, tempête sur le site...).



Lancement la mission STS-6 le 4 avril 1983



Le premier satellite TDRS-A (Tracking and Data Relay Satellite), rescapé de la tempête au sol, a été déployé par Challenger mais un problème sur le moteur du dernier étage de son propulseur l'a placé en orbite basse elliptique. Neuf mois ont été nécessaires pour le conduire à l'orbite géostationnaire par les manœuvres des contrôleurs au sol permises par le propergol en quantité suffisante : 100 millions de dollars sauvés...



Insigne STS-5

La mission STS-5 du 11 novembre 1982

Columbia sera souvent sur le pas de tir de novembre 1981 à novembre 1982.

allait permettre de placer des satellites de communication commerciaux en orbite (SBS-3, Anik-3) ; cependant, la première sortie extravéhiculaire programmée pour Lenoir et Allen a été annulée à cause d'un problème de combinaison spatiale.



**STS-5**

Quatre astronautes à bord de Columbia

- Vance Brand
- Robert Overmyer
- Joseph Allen
- William Lenoir

STS-5 est la 5ème mais la première mission opérationnelle de Columbia (donc des navettes).

Orbite géocentrique (périgée : 294 km, apogée : 317 km)

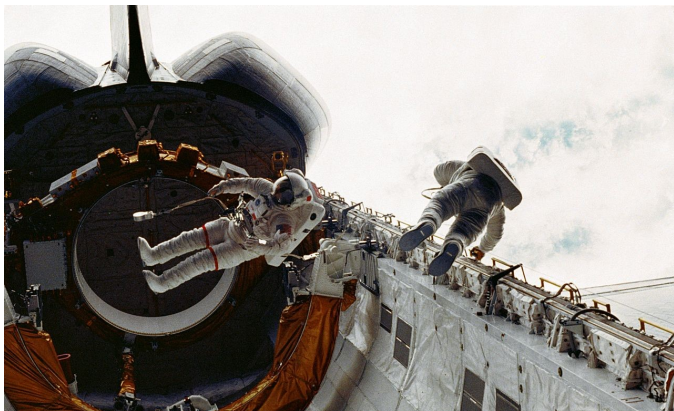
Photo : SBS-3, satellite de radiocommunication, va sortir de la soute et sera propulsé en orbite géostationnaire (36 000 km) avec son moteur PAM-D.



Columbia va repartir au « garage » pour un bon entretien et passer le relais à Challenger, une navette qui va profiter de la R&D des missions précédentes de Columbia.



Challenger va permettre la première sortie extravéhiculaire dans l'espace (EVA), qui avait été une opération annulée lors de la mission Columbia STS-5 précédente.



Musgrave et Peterson flottent dans la soute de la navette Challenger pendant la première EVA de l'ère « navette spatiale ».

Une escapade dans l'espace qui a duré 4 h et 17 mn, depuis la dernière EVA américaine dans Skylab-4, une décennie plus tôt.

**SKYLAB (OWS) :** un atelier de travail orbital, photographié ici du Module de Service et commande (CSM), en « tournée d'inspection », avant de rentrer à la maison...



Skylab-4 est la dernière mission réalisée à bord, et la station s'est détruite en rentrant dans l'atmosphère en 1979.

SKYLAB Orbital WorkShop a été la seule application majeure dans l'espace des projets de l'ère Apollo (AAP Apollo Applications program).

Challenger va revenir se poser à Edwards (piste 22) le 9 avril 1983, après une distance parcourue de 3 370 437 km.



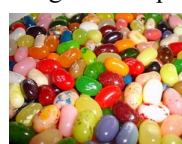
À peine deux mois plus tard, la navette Challenger est de retour en orbite, cette fois avec la première femme américaine à bord de la navette.

### STS-7

La navette a décollé du Kennedy Space Center (Pad 39-A) le 18 juin 1983.

L'équipage de la mission STS-7 comporte cinq astronautes, le plus important jusqu'ici... dont une femme ! Le commandant est Robert L. Crippen, qui fait ainsi son deuxième vol sur la navette.

Le Président Ronald Reagan avait personnellement



remis ses bonbons favoris *Jelly Belly jelly beans* aux astronautes. On ne sait pas si la tradition a perduré...



### STS-7 L'équipage :

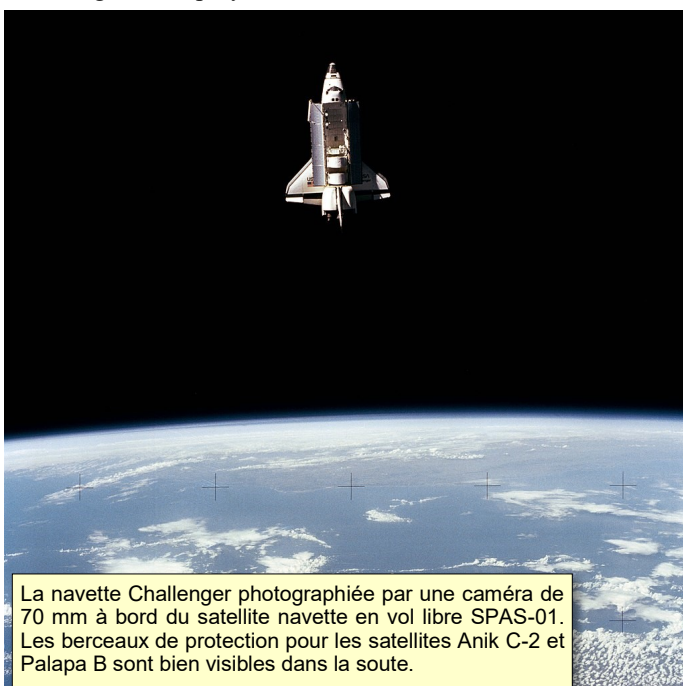
**Au premier rang,** de gauche à droite :

Sally K. Ride (spécialiste de mission), Robert L. Crippen (commandant), Frederick H. Hauck (pilote)

**Rangée arrière :** John M. Fabian (à gauche) et Norman E. Thagard (spécialistes de mission)



Pendant cette mission, Challenger va déployer en orbite, avec succès, deux satellites



La navette Challenger photographiée par une caméra de 70 mm à bord du satellite navette en vol libre SPAS-01. Les berceaux de protection pour les satellites Anik C-2 et Palapa B sont bien visibles dans la soute.



de communication : Anik C2 pour Telesat Canada et Palapa B1 pour l'Indonésie ainsi que le satellite navette en vol libre (SPAS-01), qui sera récupéré avec le bras du télémanipulateur (RMS) de Challenger pour son retour sur Terre.



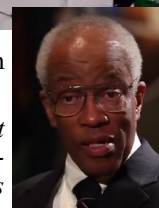
Le bras RMS de Challenger saisit le satellite SPAS-01

Challenger va réaliser encore une mission (STS-8) fin août



1983 qui va emmener le premier afro-américain dans l'espace.

Guy Bluford : « Pour moi, c'était un moment passionnant... c'était quelque chose et je m'entraînais depuis 15 à 16 mois, et donc j'avais hâte de vivre cette expérience de voler dans l'espace ».

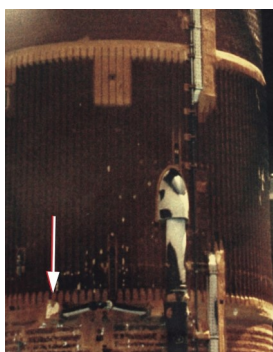


Guy Bluford (Astronaute)

**STS-7, une mission réussie mais quelques incidents...**

Lors du décollage, de la mousse isolante du réservoir externe s'est détachée au niveau de la rampe d'attache qui relie l'ET à la navette.

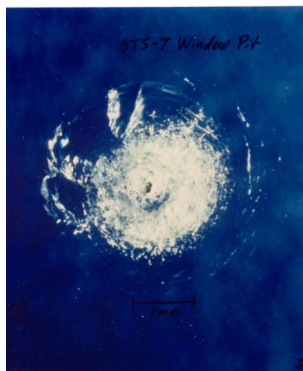
Cela est probablement une des causes qui ont mené à la destruction de Columbia à sa rentrée de la mission STS-107 en 2003.



L'ET n° 6, après sa séparation de Challenger le 18 juin 1983. La flèche indique la zone abîmée.

Alors que Challenger était en orbite, un de ses hublots a été impacté par un débris spatial, sans causer plus de dégâts.

Déjà, à l'époque, il y avait ce genre de risque, sans Starlink dans l'espace...



STS-7 est une mission qui a duré 6 jours, 2 heures et 24 minutes, avec une distance parcourue de 4 072 553 km.



Ulf Merbold, (astronaute ESA)

Pour la mission STS-9, Challenger laisse la place à Columbia qui va partir le 28 novembre 1983 et emmener le premier astronaute européen dans la navette : Ulf Merbold. L'équipage est composé de 7 personnes (le plus important de toutes les missions dans l'espace à l'époque), et son commandant est John Young, qui va terminer là son

sixième et dernier vol d'une carrière de 18 années où il a volé à deux fois dans les programmes Gemini, Apollo et navette spatiale, avec deux voyages vers la Lune, ce qui en a fait un des plus expérimentés voyageurs de l'espace.



J. Young (à l'époque de Gemini 3)



Apollo 16 : John Young saute et salue le drapeau américain.

Après les missions STS-41-B et STS-41-C encore réalisées par Challenger, c'est une nouvelle venue qui entre en scène pour la mission STS-41-D : c'est la navette Discovery.

(NB : pour rappel, la numérotation des missions est un peu déroutante...)



Le 30 août 1984, c'est le premier vol de Discovery. Un vol retardé à plusieurs reprises... Le lancement était initialement prévu pour le 25 juin 1984, mais en raison de divers problèmes techniques, notamment le retour au bâtiment d'assemblage de véhicules (VAB) pour remplacer un moteur principal de la navette spatiale (SSME) défectueux, le lancement a été retardé de plus de deux mois.

Lors de la tentative de lancement du 26 juin 1984, il y a eu un abandon de lancement à T-6 secondes, suivi d'un feu sur le pas de tir environ dix minutes plus tard. Comme le moteur central n'avait pas démarré lorsque l'abandon a été déclenché, une confusion s'est produite car les contrôleurs de vol n'ont pas pu vérifier son état, et un feu d'hydrogène sur le pas de tir, causé par l'hydrogène (carburant) qui s'était accumulé autour des buses du moteur suite à l'arrêt et à l'anomalie du moteur, s'est déclenché. Parce que le feu était invisible pour les humains, si les astronautes avaient utilisé la procédure d'évacuation d'urgence normale à travers le bras de service jusqu'aux paniers d'évacuation à fil coulissant, ils se seraient précipités dans le feu. Cependant, lors de l'évacuation de la navette, l'équipage a été bien aspergé d'eau par le système d'arrosage du pad, qui avait été activé... manuellement, et avec un peu de retard. Il est apparu que les contrôleurs de lancement étaient réticents à ordonner à l'équipage d'évacuer. Des changements ont été apportés aux procédures résultant de l'abandon, qui comprenaient davantage de pratique de la « sécurisation » de l'orbiteur après ces anomalies à divers points, et l'utilisation du système d'extinction d'incendie dans tous les abandons sur le pas de tir, ainsi que le test du système d'évacuation à fil coulissant avec une personne réelle.

Le lancement du 30 août a aussi été retardé de 6 minutes et 50 secondes à cause d'un avion privé circulant dans l'espace aérien du Centre Spatial Kennedy.

En raison du retard de deux mois, la mission STS-41-F a été annulée (STS-41-E avait déjà été annulée) et ses principales charges utiles ont été incluses sur le vol STS-41-D. La cargaison combinée pesait plus de 18 681 kg, ce qui était un record pour une charge utile de navette spatiale jusqu'à cette époque.

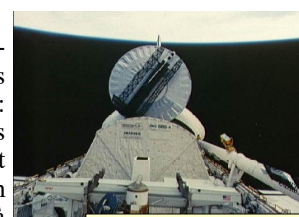
L'équipage de conduite de six personnes était composé de Henry W. Hartsfield Jr., commandant, effectuant sa deuxième mission de navette, le pilote Michael L. Coats et trois spécia-



**Equipage STS-41-D** : assis, de gauche à droite, Richard M. (Mike) Mullane ; Steven A. Hawley ; Henry W. Hartsfield ; Michael L. (Mike) Coats. À l'arrière, Charles D. Walker ; Judith A. (Judy) Resnik.

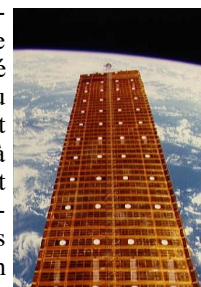
listes de mission : Judith A. Resnik, Richard M. Mullane et Steven A. Hawley, ainsi qu'un spécialiste de la charge utile, Charles D. Walker, qui était un employé de McDonnell Douglas. Walker a été le premier spécialiste de la charge utile parrainé commercialement pour voler à bord de la navette spatiale. Judith Resnik est devenue la deuxième femme américaine, après Sally K. Ride, à effectuer une mission spatiale de la NASA.

La cargaison principale de Discovery se composait de trois satellites de communication commerciaux : SBS-D pour Satellite Business Systems, Telstar 302 pour Telesat du Canada et Syncom IV-2, un satellite construit par Hughes loué à la marine américaine ; ce dernier a été le premier grand satellite de communication conçu spécifiquement pour être déployé à partir de la navette spatiale. Les trois satellites ont été déployés avec succès et sont devenus opérationnels.



Syncom IV-2

Une autre charge utile était le panneau solaire OAST-1, un système de 4 m de large et 31 m de haut, replié en un paquet de 18 cm de profondeur. Le réseau transportait un certain nombre de types différents de cellules solaires expérimentales et a été déplié sur toute sa hauteur plusieurs fois au cours de la mission. À l'époque, il s'agissait de la plus grande structure jamais étendue à partir d'un vaisseau spatial avec équipage, et elle démontrait la faisabilité de grands panneaux solaires légers à utiliser sur de futures installations orbitales, telles que la Station Spatiale Internationale (ISS).



Panneau solaire OAST-1

La mission STS-41-D a duré 6 jours et 56 minutes, avec un atterrissage sur la piste 17 de la base aérienne d'Edwards le 5 septembre 1984. Et Discovery a parcouru un total de 4 010 000 km en effectuant 97 orbites. L'orbiteur a été ramené au KSC le 10 septembre 1984.

De manière inquiétante, STS-41-D a été la première mission de la navette dans laquelle des dommages causés par les joints toriques du SRB ont été découverts, avec une petite quantité de suie trouvée au-delà de la bague du joint torique primaire.

À la suite de la tragédie de Challenger, l'ingénieur de Morton Thiokol, Brian Russell, a qualifié cette découverte initiale de premier "grand drapeau rouge" sur la sécurité des joints SRB et des joints toriques. Cela dit, le drapeau n'a sans doute pas été agité assez fort pour faire son effet...

Discovery reprendra encore du service, partagé un peu avec Challenger, pour cinq missions, et ainsi amener des satellites dans l'espace, des astronautes internationaux et même un sénateur américain et un membre du Congrès...

Un peu plus d'un an après Discovery, c'est au tour d'Atlantis d'entrer en scène, le 3 octobre 1985, pour la mission STS-51-J, une mission « classifiée défense », la seconde en fait car c'est Discovery qui avait inauguré le processus avec la mission STS-51-C en janvier 1985. Ces missions, sous l'égide du Département de la Défense sont « secrètes », et peu de photos sont autorisées, même de la part des astronautes qui ne doivent pas photographier la Terre...

À la fin de 1985, le programme de la navette spatiale avait achevé 23 missions, dont 9 rien que cette année-là. Chaque vol réussi avait pour conséquence de convaincre certains que



l'on pouvait envoyer tout le monde dans l'espace : militaires, pilotes, médecins, ingénieurs mais aussi des civils, homme ou



Les missions s'enchaînaient...

femme. Cette euphorie allait bientôt se dissiper tragiquement.



**S. Christa McAuliffe**  
« Je suis tellement heureuse d'être ici ».

C'est avec beaucoup de fanfare que Christa McAuliffe, une institutrice d'école élémentaire de Concord New Hampshire avait été choisie parmi 11 000 candidats pour être



la première enseignante de la NASA dans l'espace.



Christa : « Je voudrais humaniser l'ère spatiale en donnant une nouvelle vision des astronautes, car je pense que les étudiants vont regarder cela et dire que c'est une personne ordinaire. Cette personne ordinaire contribue à l'histoire et si elle peut établir ce

lien, elle sera enthousiasmée par l'histoire, elle sera enthousiasmée par l'avenir, elle sera enthousiasmée par l'espace... ».

L'intérêt du public américain pour le programme spatial de la NASA a été renouvelé par la participation de cette enseignante ; il avait hâte de la voir, de la rencontrer.



Entraînement dans le cockpit de pilotage : image prise le 17 décembre 1985 de quatre membres de l'équipage de la mission Challenger STS-51-L : (de gauche à droite) Michael J. Smith, Ellison S. Onizuka, Judith A. Resnik, and Francis R. "Dick" Scobee.



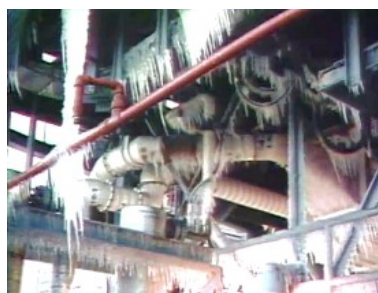
En ce 28 janvier 1986, la température de l'air battait un record de froid pour le lancement d'une navette spatiale : - 6 °C à 6 heures du matin et à l'heure prévue du lancement, la température n'avait pas encore grimpé bien haut...



Dick Scobee et Michael Smith

Le Commandant de la mission STS-51-L était Dick Scobee, son pilote était Michael Smith, et servant de spécialistes de la mission de challenger, sont Judy Resnik, Ellison Onizuka, Ron McNair, et Christa McAuliffe, et en tant que spécialiste de la charge utile, Greg Jarvis.

La tour de lancement était sous l'emprise de la glace. Une mesure prise pendant la nuit par



Judy Resnik



Ellison Onizuka

l'équipe « KSC Ice » a enregistré que le SRB gauche était à - 4 ° C, et le SRB droit à -13 ° C. Ces mesures ont été enregistrées pour les données techniques mais non signalées, car la température des SRB ne faisait pas partie des critères d'engagement de lancement. Pourtant, les ingénieurs de Morton Thiokol (fabricant des SRB) ont exprimé leurs inquiétudes quant à l'effet des basses températures sur la résilience des joints toriques en caoutchouc. Comme les températures plus froides réduisaient l'élasticité des joints toriques en caoutchouc, les ingénieurs craignaient que les joints toriques ne soient pas extrudés pour former un joint correct au moment du lancement. Ils n'avaient pas suffisamment de données pour déterminer si les joints toriques se scelleraient à des températures inférieures à 12 ° C, la température lors du lancement le plus froid de la navette spatiale à ce jour.



Greg Jarvis



Ron McNair

Dès le départ, STS 51 L a été en proie à des retards, principalement dus à des températures inhabituellement froides en Floride. Plutôt que de laisser place à la réflexion, les retards ont seulement mis à l'épreuve la patience de la nation, et tout le monde semblait avoir envie de partir...

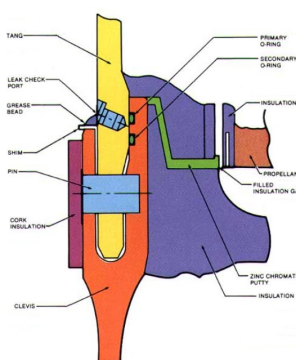
Le bureau du Marshall Space Flight Center, avait organisé une conférence téléphonique dans la soirée du 27 janvier pour discuter de la sécurité du lancement. Toutefois, Morton Thiokol avait changé d'avis et déclaré que les preuves présentées sur la défaillance des joints toriques n'étaient pas concluantes et qu'il y avait une marge d'erreur substantielle en cas de défaillance

ou d'érosion. Ils ont déclaré que leur décision était de procéder au lancement.

Les évaluations de la conception des SRB proposée au début des années 1970 et les essais de joints sur le terrain ont montré que les larges tolérances entre les pièces accouplées permettaient aux joints toriques d'être extrudés de leurs sièges plutôt que comprimés. Cette extrusion a été jugée acceptable par la NASA et Morton Thiokol, malgré les inquiétudes de quelques ingénieurs de la NASA.

La première occurrence d'érosion du joint torique en vol s'est produite sur le SRB droit de STS-2, en novembre 1981. De la suie avait soufflé au-delà du joint torique primaire et a été retrouvée entre les joints toriques. Bien qu'il n'y ait eu aucun dommage au joint torique secondaire, cela indiquait que le joint torique primaire ne créait pas un joint fiable et laissait passer les gaz chauds. La quantité d'érosion du joint torique était insuffisante pour empêcher le joint torique de se sceller, et les enquêteurs ont conclu que la suie entre les joints toriques résultait d'une pression non uniforme au moment de l'allumage.

Le lancement de janvier 1985 de STS-51-C avait été le lancement de navette spatiale le plus froid : la température de l'air était de 17 °C au moment du lancement et la température calculée du joint torique était de 12 °C. L'analyse après vol a révélé une érosion des joints toriques primaires dans les deux SRB. Les ingénieurs de Morton Thiokol ont déterminé que les températures froides provoquaient une perte de flexibilité dans les joints toriques, ce qui réduisait leur capacité à sceller les joints sur le terrain, ce qui permettait au gaz chaud et à la suie de s'écouler au-delà du joint torique principal.



Coupe transversale d'un joint torique de SRB. (design original)

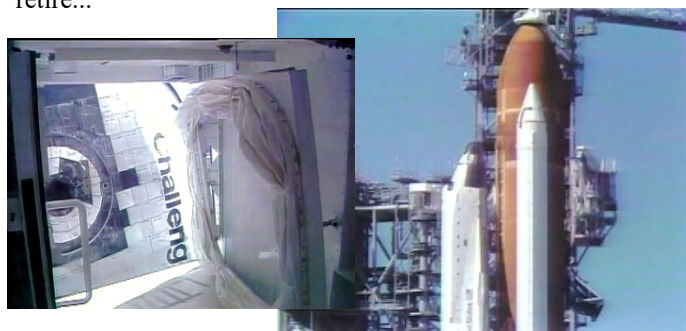
La rotation des joints, qui se produit lorsque la soie et la chape sont pliées l'une par rapport à l'autre, réduit la pression sur les joints toriques, ce qui affaiblit la liaison et permet aux gaz de combustion d'éroder les joints toriques. Les ingénieurs ont suggéré que les joints de terrain devraient être repensés pour inclure des cales autour des joints toriques, mais ils n'ont reçu aucune réponse. Les responsables du programme de la NASA ont décidé que leur niveau actuel de tests était suffisant et que des tests supplémentaires n'étaient pas nécessaires. En décembre 1982, la liste des éléments critiques a été mise à jour pour indiquer que le joint torique secondaire ne pouvait pas fournir une sauvegarde au joint torique primaire, car il ne formerait pas nécessairement un joint en cas de rotation. Les joints toriques ont été renommés Criticité 1, supprimant le "R" pour indiquer qu'il n'était plus considéré comme un système redondant.

L'érosion des joints toriques s'est produite sur tous les vols de la navette spatiale sauf un (STS-51-J) en 1985, et l'érosion des joints toriques primaires et secondaires s'est produite sur STS-51-B.

Pour corriger ces problèmes d'érosion du joint torique, les ingénieurs de Morton Thiokol, dirigés par Allan McDonald et Roger Boisjoly, ont proposé un joint de champ redessiné qui introduit une lèvre métallique pour limiter le mouvement dans

le joint. Ils ont également recommandé d'ajouter une entretoise pour fournir une protection thermique supplémentaire et d'utiliser un joint torique avec une section transversale plus grande. En juillet 1985, Morton Thiokol préconise un nouveau design des SRB pour les lancements à venir, tout en utilisant ceux déjà fabriqués...

L'équipage a pris place dans la navette et le sas d'accès se retire...



Le lancement, prévu à 9 h 38, est finalement retardé en fin de matinée, qui reste glaciale malgré un Soleil radieux dans le ciel du Kennedy Space Center ; on pouvait voir de la glace sur le véhicule de lancement. Malgré les inquiétudes exprimées par certains, les gestionnaires de la navette ont décidé (à contrecœur ?) de se précipiter pour un lancement tardif le matin.



...démarrage du moteur principal ... trois ... deux ... un et décollage de la 25<sup>ème</sup> mission de la navette spatiale ... tour dégagée !



Challenger accélère.

Mais ce qui semblait impossible survient brutalement...



Les caméras de suivi montrent un panache de fumée sur le côté droit du SRB ( $T_0 + 58$  s).

73 secondes après le lancement, la navette spatiale se désintègre, tuant ses 7 membres d'équipage.



La catastrophe a été causée par la défaillance des deux joints toriques « redondants » dans un joint du propulseur de fusée solide (SRB) droit de la navette spatiale. Les températures froides du lancement ont réduit l'élasticité des joints toriques en caoutchouc, réduisant leur capacité à sceller les joints. Les joints brisés ont provoqué une brèche dans le joint peu de temps après le décollage, ce qui a permis au gaz sous pression de l'intérieur du SRB de fuir et de brûler à travers la paroi jusqu'au réservoir de carburant externe adjacent. Cela a conduit à la séparation de l'attache arrière du SRB droit, ce qui l'a fait s'écraser sur le réservoir externe (ET), ce qui a provoqué une défaillance structurelle du réservoir externe et une explosion. Suite à l'explosion, l'orbiteur Challenger, qui comprenait le compartiment de l'équipage, a été brisé par les forces aérodynamiques.

Section avant du fuselage qui est propulsé par l'explosion, et qui retombera en mer à très grande vitesse...



Peu après le décollage de Challenger, les caméras de surveillance du lancement montraient déjà de la fusée grise s'échapper du joint du SRB... Le froid avait empêché la mise en forme du joint et sa bonne étanchéité. A ce stade, rien ne pouvait arrêter le lancement...



Dans la salle de contrôle, c'est la consternation...



Jay Greene, le Directeur de vol du Centre de contrôle de mission, a ordonné que des procédures d'urgence soient mises en œuvre, qui comprenaient le verrouillage des portes, l'arrêt des communications



Jay Green, à sa console après la rupture de Challenger.

téléphoniques et le gel des terminaux informatiques pour en collecter les données.

*A priori*, certains membres de l'équipage étaient vivants et au moins brièvement conscients après la rupture, car les packs d'air d'évacuation personnelle (PEAP) ont été activés pour Smith et deux membres d'équipage non identifiés, mais pas pour Scobee. Les PEAP n'étaient pas destinés à être utilisés en vol et les astronautes ne se sont jamais entraînés avec eux pour une urgence en vol. L'emplacement de l'interrupteur d'activation de Smith, à l'arrière de son siège, indiquait que Resnik ou Onizuka l'avaient probablement activé pour lui.

Contrairement à d'autres engins spatiaux avec équipage, l'évacuation de l'équipage n'était pas possible pendant le vol motorisé de la navette spatiale. Des systèmes d'évacuation de lancement avaient été envisagés lors du développement de la navette spatiale, mais la conclusion de la NASA était que la haute fiabilité attendue de la navette spatiale excluait le besoin d'en avoir un. *NB : des sièges éjectables modifiés d'avions SR-71 Black Bird et des combinaisons pressurisées ont été utilisées pour les 2 membres d'équipage des quatre premiers vols d'essai orbitaux de la navette spatiale, qui ont été désactivés puis supprimés pour les vols opérationnels, en raison de leur complexité, de leur coût élevé et de leur poids élevé.*

Après la catastrophe, un système a été mis en place pour permettre à l'équipage de sortir en vol plané, mais ce système n'aurait pas été utilisable pour échapper à une explosion lors de l'ascension.

Les restes de l'équipage ont été gravement endommagés par l'impact et la submersion, et n'étaient pas des corps

intacts. L'USS Preserver a effectué plusieurs voyages pour ramener les débris et les restes au port, et a poursuivi la récupération du compartiment de l'équipage jusqu'au 4 avril.

Durant la récupération des restes des corps, ceux de Greg Jarvis ont disparu, emporté par les flots, et n'ont été localisés que le 5 avril, plusieurs semaines après que les autres restes aient été positivement identifiés.

*NB : Gregory Jarvis devait initialement voler sur le vol de navette précédent (STS-61-C), mais il a été réaffecté à ce vol tragique, et remplacé par le membre du Congrès : Clarence W. "Bill" Nelson, aujourd'hui Administrateur de la NASA...*

Une fois les restes ramenés au port, les pathologistes de l'Institut de pathologie des forces armées ont travaillé pour identifier les restes humains, mais n'ont pu déterminer la cause exacte du décès d'aucun d'entre eux. Les médecins légistes du comté de Brevard ont contesté la légalité du transfert de restes humains à des responsables militaires américains pour effectuer des autopsies et ont refusé de délivrer les certificats de décès ; les responsables de la NASA ont finalement publié les certificats de décès des membres d'équipage.

Débris du fuselage de Challenger



La catastrophe de la navette spatiale Challenger était un accident mortel dans le programme spatial américain ; c'était le premier accident mortel impliquant un vaisseau spatial américain en vol.

#### La commission Rogers arrive au Kennedy Space Center :

immédiatement après la catastrophe, le président Ronald Reagan avait convoqué la Commission Rogers pour déterminer la cause de l'explosion.

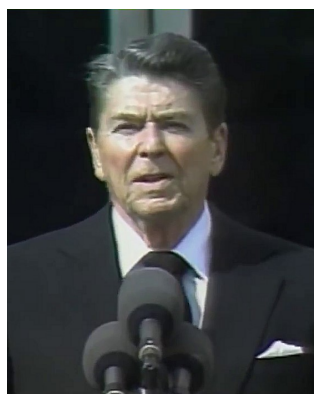
Les vols de la navette spatiale ont été suspendus tant que les causes et remèdes n'étaient pas déterminés, et réalisés.



#### IN MEMORIAM

L'avenir n'est pas libre : l'histoire de tout progrès humain est celle d'une lutte contre vents et marées. Nous avons de nouveau appris que cette Amérique, qu'Abraham Lincoln appelait le dernier et meilleur espoir de l'homme sur Terre, était fondée sur l'héroïsme et le noble sacrifice. Cela a été construit par des hommes et des femmes comme nos sept voyageurs de l'espace, qui ont répondu à un appel au-delà de leur devoir, qui ont donné plus que ce qui était attendu ou requis et qui n'ont guère pensé à une récompense mondaine.

Président Ronald Reagan, 31 janvier 1986



Ronald Reagan :

*« Ensemble, nous nous réunissons aujourd'hui pour pleurer la perte de sept braves Américains, pour partager le chagrin que nous ressentons tous et, peut-être dans ce partage, pour trouver la force de porter notre peine, et le courage de chercher les graines de l'espoir ».*

- **Christa McAuliffe**, aurait été le premier professeur volant dans l'espace (NASA Teacher in Space Project).
- **Gregory B. Jarvis**, aurait fait son premier vol spatial.
- **Ronald E. McNair**, aurait fait son deuxième vol spatial.
- **Judith A. Resnik**, aurait fait son deuxième vol spatial.
- **Ellison S. Onizuka**, aurait fait son deuxième vol spatial.
- **Michael J. Smith**, aurait fait son premier vol spatial.
- **Francis R. "Dick" Scobee**, aurait fait son deuxième vol spatial.



Le Président Reagan et la première dame Nancy Reagan (à gauche). Commémoration à Houston, Texas, le 31 Janvier 1986.

La Commission présidentielle sur l'accident de la navette spatiale Challenger, également connue sous le nom de Commission Rogers du nom de son président, a été formée début février.

Ses membres étaient le président William P. Rogers, le vice-président Neil Armstrong, David Acheson, Eugene Covert, Richard Feynman, Robert Hotz, Donald Kutyna, Sally Ride, Robert Rummel, Joseph Sutter, Arthur Walker, Albert Wheelon et Chuck Yeager.

La commission a tenu des audiences qui ont discuté de l'enquête sur l'accident de la NASA, du programme de la navette spatiale et de la recommandation de lancement de Morton Thiokol malgré les problèmes de sécurité des joints toriques. Le 15 février, Rogers a publié une déclaration qui modifiait le rôle de la commission pour enquêter sur l'accident, indépendamment de la NASA, en raison de préoccupations concernant les défaillances des processus internes de la NASA.

La commission a créé quatre sous-commissions d'enquête pour étudier les différents aspects de la mission de la navette spatiale :

- Le comité d'analyse des accidents, présidé par Kutyna, a utilisé les données des opérations de sauvetage et des tests pour déterminer la cause exacte de l'accident.
- Le comité de développement et de production, présidé par Sutter, a enquêté sur les sous-traitants responsables des composants de la navette spatiale et sur la manière dont les sous-traitants interagissaient avec la NASA.
- Le comité des activités de pré-lancement, présidé par Acheson, s'est concentré sur les processus d'assemblage final et les activités de pré-lancement menées au KSC.
- Le comité de planification et des opérations de la mission, présidé par Ride, a enquêté sur la planification du développement de la mission, ainsi que sur les préoccupations potentielles concernant la sécurité de l'équipage et la pression pour respecter un calendrier.

Sur une période de quatre mois, la commission a interrogé plus de 160 personnes, a tenu au moins 35 séances d'enquête et a impliqué plus de 6 000 employés, sous-traitants et personnel de soutien de la NASA. La commission a publié son rapport le 6 juin 1986.

La commission a déterminé que la cause de l'accident était le gaz chaud soufflant au-delà des joints toriques, dans le joint de champ sur le SRB droit, et n'a trouvé aucune autre cause potentielle de la catastrophe.

Elle a attribué l'accident à une conception défectueuse du joint de champ qui était, de manière inacceptable, sensible aux changements de température, à la charge dynamique et aux caractéristiques de ses matériaux.

Le rapport est critique envers la NASA et Morton Thiokol, et met en relief que ces deux organisations ont sous-estimé le danger potentiel des joints de champ des SRB. Il est noté que la NASA acceptait le risque d'érosion des joints toriques sans évaluer comment cela pouvait potentiellement affecter la sécurité d'une mission. Il montre que la pression pour augmenter le nombre de vols affectait négativement la quantité de travail de formation, de contrôle de la qualité et de réparation disponible pour chaque mission.



Presidential Commission  
on the  
Space Shuttle Challenger Accident

June 6, 1986

Dear Mr. President:

On behalf of the Commission, it is my privilege to present the report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident.

Since being sworn in on February 6, 1986, the Commission has been able to conduct a comprehensive investigation of the Challenger accident. This report documents our findings and makes recommendations for your consideration.

Our objective has been not only to prevent any recurrence of the failure related to this accident, but to the extent possible to reduce other risks in future flights. However, the Commission did not construe its mandate to require a detailed evaluation of the entire Shuttle system. It fully recognizes that the risk associated with space flight cannot be totally eliminated.

Each member of the Commission shared the pain and anguish the nation felt at the loss of seven brave Americans in the Challenger accident on January 28, 1986.

The nation's task now is to move ahead to return to safe space flight and to its recognized position of leadership in space. There could be no more fitting tribute to the Challenger crew than to do so.

Sincerely,

William P. Rogers  
Chairman

The President of the United States  
The White House  
Washington, D. C. 20500

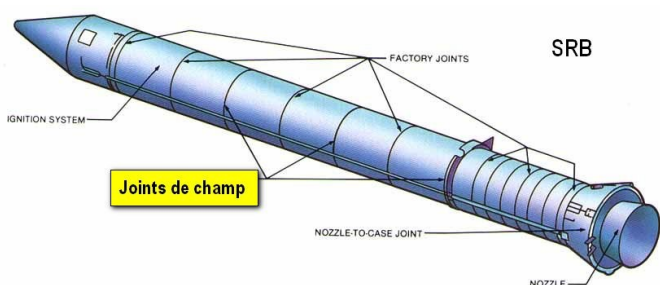
600 Maryland Avenue, S.W. Washington, D.C. 20024 (202)453-4405

In compliance with the Executive Order 12546 of February 3, 1986,  
the undersigned present the report of the  
Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident.

 William P. Rogers Chairman, Maryland	 Neil A. Armstrong Vice Chairman, Ohio
 David C. Acheson District of Columbia	 Eugene E. Covert Massachusetts
 Richard P. Feynman California	 Robert B. Hotz Maryland
 Donald J. Kutyna Illinois	 Sally K. Ride California
 Robert W. Rummel Arizona	 Joseph F. Sutter Washington
 Arthur B. C. Walker, Jr. California	 Albert S. Wheelon California
 Charles E. Yeager California	

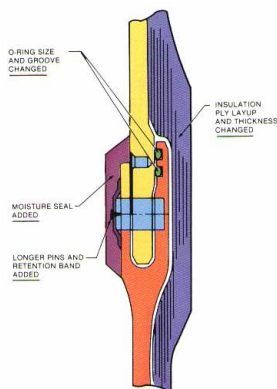


La commission a publié une série de recommandations pour améliorer la sécurité du programme de la navette spatiale. Il a proposé une refonte des joints dans le SRB qui empêcherait le gaz de souffler au-delà des joints toriques. Il a également recommandé que la gestion du programme de la navette spatiale soit restructurée pour éviter que les chefs de projet ne soient contraints de respecter des délais dangereux par l'organisation de la navette spatiale, et devrait inclure des astronautes pour mieux répondre aux problèmes de sécurité de l'équipage. Il a proposé qu'un bureau de la sécurité soit créé, relevant directe-



ment de l'administrateur de la NASA pour superviser toutes les fonctions de sécurité, de fiabilité et d'assurance qualité dans les programmes de la NASA. De plus, la commission a abordé les problèmes de sécurité globale et de maintenance de l'orbiteur et a recommandé l'ajout de moyens permettant à l'équipage de s'échapper pendant le vol plané contrôlé.

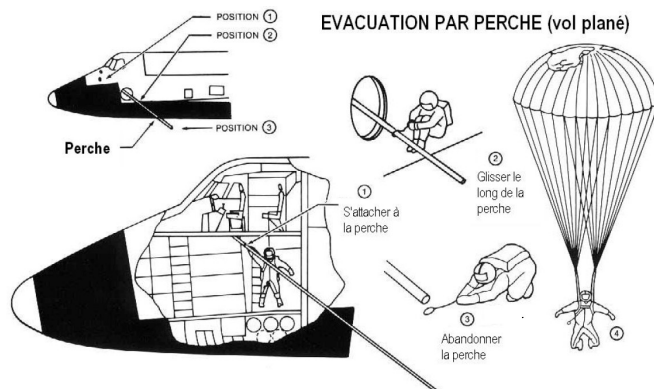
Lors d'une audience télévisée le 11 février, Feynman a démontré la perte d'élasticité du caoutchouc par temps froid en utilisant un verre d'eau froide et un morceau de caoutchouc, pour lesquels il a attiré l'attention des médias. Feynman, un physicien lauréat du prix Nobel, a plaidé pour des critiques plus sévères envers la NASA dans le rapport et a été à plusieurs reprises en désaccord avec Rogers. Il a menacé de retirer son nom du rapport à moins qu'il n'inclut ses observations personnelles sur la fiabilité de la navette spatiale, qui figuraient à l'annexe (où il a loué les réalisations techniques et logicielles dans le développement de la navette spatiale, mais a fait valoir que plusieurs composants, y compris l'avionique et les SSME en plus des SRB, étaient plus dangereux et sujets aux accidents que les estimations originales indiquées par la NASA).



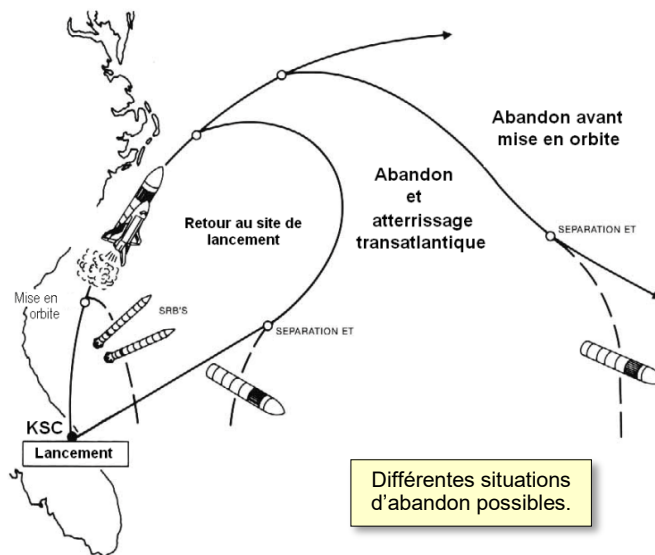
Joint redessiné

En réponse à la recommandation de la commission, la NASA a lancé une refonte du SRB (le RSRM) avec un joint redessiné et le RSRM a été certifié pour voler sur la navette spatiale.

En plus des SRB, la NASA a augmenté les normes de sécurité sur d'autres composants de la navette spatiale. Les listes d'éléments critiques et les modes de défaillance des SSME ont été mis à jour, ainsi que 18 modifications matérielles. La poussée maximale des SSME était limitée à 104 %, avec 109 % autorisés uniquement dans un scénario d'abandon. Le train d'atterrissage a été amélioré pour un meilleur guidage de la navette et sa manœuvre lors de l'atterrissage. La NASA a mis en place une option d'évacuation dans laquelle les astronautes larguaient l'écotille latérale et sortaient une perche de l'orbiteur ; ils glisseraient le long de la perche pour éviter de heurter



l'orbiteur, avant d'activer leurs parachutes. Le logiciel de l'orbiteur a été modifié pour maintenir un vol stable pendant que tout l'équipage de conduite quittait le poste de commande pour s'échapper. La NASA a également créé un nouveau bureau de la sécurité, de la fiabilité et de l'assurance qualité, dirigé, comme la commission l'avait spécifié, par un adminis-



trateur associé de la NASA qui relevait directement de l'administrateur de la NASA. Jay Greene, le Directeur de vol Challenger du Centre de contrôle de mission est devenu chef de la Division de la sécurité de la direction. Cependant, après la catastrophe de la navette spatiale Columbia en 2003, le Columbia Accident Investigation Board (CAIB) a conclu que la NASA n'avait pas effectivement mis en place un bureau indépendant pour la surveillance de la sécurité. Le CAIB a conclu que la « culture sécurité » inexistante qui a conduit à l'accident de Challenger était également responsable de la catastrophe qui a suivi.

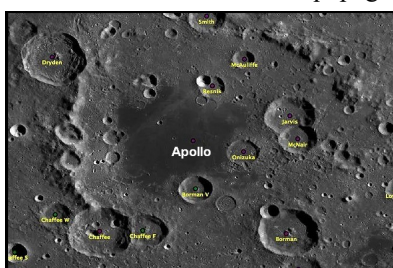
Le programme *Teacher in Space*, pour lequel McAuliffe avait été sélectionnée, a été annulé en 1990. En 1998, la NASA a remplacé *Teacher in Space* par le projet *Educator Astronaut*, qui différait en ce qu'il exigeait que les enseignants deviennent des astronautes professionnels formés en tant que spécialistes de mission, plutôt que des spécialistes de la charge utile à court terme qui retourneraient dans leurs salles de classe après leur vol spatial. Barbara Morgan, qui avait été l'enseignante suppléante de McAuliffe, a été sélectionnée pour faire partie du groupe d'astronautes 17 de la NASA et a volé sur STS-118, en 2007, avec Endeavour.

La flotte de la navette spatiale a été immobilisée pendant deux ans et huit mois pendant que le programme faisait l'objet d'une enquête, d'une refonte et d'une restructuration... Le calendrier des lancements prévus de la navette spatiale qui était de 24 lancements par an a été critiqué par la Commission Rogers comme un objectif irréaliste, et qui a créé une pression inutile sur la NASA pour lancer ces missions.

En août 1986, le Président Reagan donne son feu vert pour la construction d'un nouvel orbiteur, et ce sera Endeavour qui remplacera Challenger, détruite en ce début d'année 1986. Sa construction commence en 1987, pour s'achever en 1990. La première mission d'Endeavour sera STS-49 en mai 1992.

Sept astéroïdes portent le nom des membres de l'équipage de Challenger :

- 3350 Scobee,
- 3351 Smith,
- 3352 McAuliffe,
- 3353 Jarvis,
- 3354 McNair,
- 3355 Onizuka
- 3356 Resnik.



La citation de dénomination approuvée a été publiée par le Minor Planet Center le 26 mars 1986 (MPC 10550). En 1988, sept cratères de l'autre côté de la Lune, dans le bassin Apollo, ont été nommés d'après les astronautes par l'IAU (Union Astronomique Internationale). L'Union soviétique a nommé deux cratères sur Vénus d'après McAuliffe et Resnik.

C'est la navette Discovery qui va marquer la relance du programme « navette spatiale » avec la mission STS-26, le 29 septembre 1988, qui est une mission déclarée :

« **Return to flight** ».



KSC, 29 septembre 1988 : lancement de Discovery.

STS-26 était la 26<sup>ème</sup> mission du programme de la navette spatiale, et la septième de la navette Discovery. Elle est revenue de sa mission à Edwards, 4 jours après, le 3 octobre 1988.

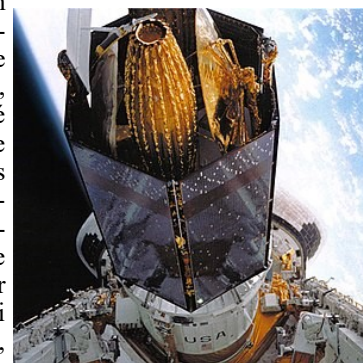


Tous les membres de l'équipage, des vétérans, portaient une combinaison pressurisée : rang arrière, de gauche à droite, les spécialistes de mission John M. Lounge (2<sup>ème</sup> vol spatial), David C. Hilmers (2<sup>ème</sup> vol spatial), George D. Nelson (3<sup>ème</sup> et dernier vol spatial) ; premier plan, de droite à gauche, le commandant Frederick H. Hauck (3<sup>ème</sup> et dernier vol spatial) et le pilote Richard O. Covey, (2<sup>ème</sup> vol spatial).

La navette spatiale Discovery a décollé du complexe de lancement 39B, le 29 septembre 1988, 975 jours après la catastrophe de Challenger. Le lancement a été retardé d'une heure et 38 minutes en raison de vents légers inhabituels et de la nécessité de remplacer les fusibles des systèmes de refroidissement des combinaisons de vol de deux membres d'équipage. Les combinaisons ont été réparées et une dérogation a été émise pour le vent (marge de sécurité suffisante). A T-1 h 30, il a été proposé que le lancement soit retardé à T- 0 h 31 en raison d'un problème de pression d'air dans la cabine ; la pression de la cabine avait légèrement augmenté du fait de l'activation des systèmes d'oxygène dans les combinaisons de vol de l'équipage, et le lancement a été effectué sans plus tarder.

La charge utile principale de la mission STS-26, TDRS-C, a été déployée avec succès et 11 expériences scientifiques et technologiques ont été réalisées.

L'orbiteur n'a subi que des dommages mineurs [1] aux tuiles du système de protection thermique de la navette spatiale, et les propulseurs de fusée solide post-Challenger, redessinés, n'ont montré aucun signe de fuite ou de surchauffe au niveau des joints. Toutefois, deux problèmes mineurs sont survenus pendant le vol, dont le système Flash Evaporator pour refroidir l'orbiteur qui s'est givré et s'est arrêté, augmentant la température de la cabine de l'équipage à environ 31 ° C. Le problème n'a été résolu que le 4<sup>ème</sup> jour du vol...



TDRS-C, dans la soute de Discovery. Devenu TDRS-3 en orbite, il a remplacé son jumeau détruit avec Challenger et rejoint TDRS-1 pour le suivi des engins spatiaux en orbite terrestre.

Discovery est devenu le premier vaisseau spatial à voler dans l'espace équipé d'un VCU (Voice Control Unit) : un ordinateur capable de reconnaître et de répondre à la parole humaine. Le VCU a été créé par SCI Systems à Huntsville, Alabama, et ce système de reconnaissance vocale contrôlait les caméras et les moniteurs utilisés par l'équipage pour surveiller le bras mécanique du Canadarm monté dans la soute. En raison de la nature expérimentale de la reconnaissance vocale à l'époque, ce système n'a été utilisé pour aucune opération critique. Les problèmes initiaux ont presque écarté les tests lorsque les modèles vocaux créés avant le décollage se sont avérés avoir moins de 60 % de reconnaissance pour un membre d'équipage et moins de 40 % de reconnaissance pour un autre. Ce problème a été corrigé en ré-entraînant les modèles. Il a été testé à nouveau, et s'est avéré opérationnel avec un taux de réussite de la reconnaissance de plus de 96 %. Il a été conclu que les conditions d'apesanteur provoquaient un changement fondamental dans la voix humaine, rendant les modèles créés avant le décollage pratiquement inutiles.

En plus de mener les diverses expériences de la mission, les membres d'équipage se sont entraînés à s'habiller dans de nouvelles combinaisons de vol « lancement et entrée », à pression partielle, et ont également pratiqué le désarrimage et la fixation du nouveau système d'évacuation de l'équipage.

Le 2 octobre 1988, la veille de la fin de la mission, l'équipage de cinq hommes a rendu hommage aux sept membres d'équipage perdus dans la catastrophe de Challenger.

Discovery a atterri sur la piste 17, Edwards Air Force Base, en Californie, le 3 octobre 1988, après une durée de mission d'environ 4 jours et 1 heure, soit 2 703 000 km parcourus en 64 orbites. Capsule Communicator (Cap Com) Blaine Hammond Jr. a accueilli l'équipage, en disant que c'était :

« Une belle fin pour un nouveau départ ».

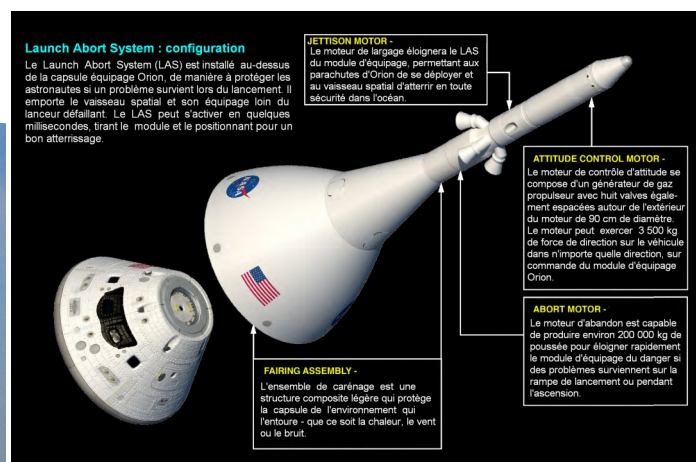


[1] Discovery avait en fait subi de graves dommages à ses tuiles de protection thermique dans la zone sous les ailes. L'analyse après vol a montré que, lors de l'ascension, l'impact d'un morceau d'isolant en liège de 30 cm de long était le coupable. L'origine des débris était le joint de champ avant du SRB droit. Les dégâts ont été tels que, lors de la rentrée, une tuile de protection thermique s'est presque complètement sublimée. Une chaîne d'événements similaires va finalement conduire à la perte de Columbia quinze ans plus tard...



Le programme de la navette spatiale avait bien des atouts mais sur le plan « abandon en cas de problème », la NASA avait éludé pas mal de questions embarrassantes, et bien sous-estimé les risques...

En revenant au bon vieux système de la fusée avec la capsule équipée en haut du « pétard », la NASA remet au goût du jour un système qui a fait ses preuves, y compris côté russe, sur Soyouz... Le *Space Launch System* (SLS), la grosse fusée lunaire de la NASA qui devrait faire son premier vol d'essai en mai prochain, sans équipage la première fois, est dotée du « Launch Abort System », ou LAS. NASA et Lockheed Martin ont collaboré pour le design et la fabrication du système.

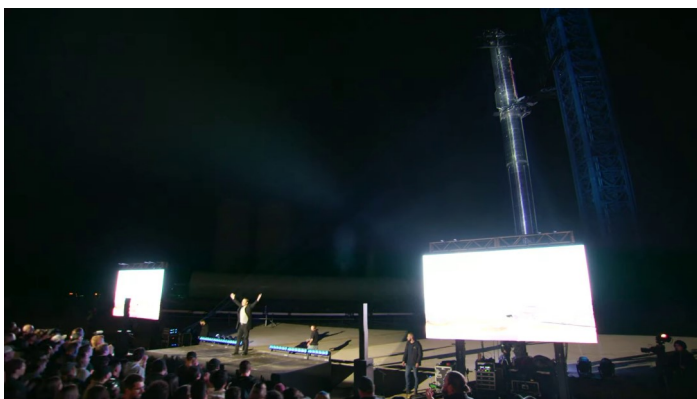


Lors d'un abandon depuis la rampe de lancement, le système d'abandon de lancement peut s'activer en quelques millisecondes pour transporter l'équipage à une hauteur maximale d'environ 1,5 km, à environ 1,5 fois la vitesse maximale d'une voiture de course.

- Le moteur d'abandon du système Launch Abort génère suffisamment de poussée pour soulever 26 éléphants du sol.
- Ce moteur d'abandon produit la même puissance que 5,5 avions F-22 Raptors combinés.
- Le test en vol *Ascent Abort 2* s'est déroulé à environ Mach 1,2, à des vitesses environ trois fois supérieures à la vitesse de la voiture de sport la plus rapide.
- Le moteur de largage peut éloigner en toute sécurité le système d'abandon de lancement du module d'équipage jusqu'à une hauteur de 240 fois celle de l'Empire State Buildings...



Il y a peu, début février 2022, Elon Musk faisait son show à Boca Chica, à la « starbase » de SpaceX :



Devant Starship, posé sur son booster, Elon est applaudi par ses fans.

Le discours alarmiste précédent sur les finances de SpaceX semble avoir revigoré les troupes, et la fourmilière de Boca Chica travaille jour et nuit pour agrandir le site et ajouter des facilités pour fabriquer le vaisseau qui conduira les hommes sur Mars.

En fait, le PDG de SpaceX, Elon Musk, a présenté la première mise à jour importante du programme Starship de la société depuis septembre 2019, offrant quelques nouveaux détails sur le statut de la première tentative de lancement orbital de la fusée la plus grande et la plus puissante jamais construite. Elon Musk a sa vision pour amener des personnes et des marchandises sur Mars, et a même proposé de voir un film « démo » de ce que sera un vol vers Mars avec Starship.



Starship : l'entrepreneur américain a déclaré que le véhicule était techniquement proche d'être prêt. Mais tout dépend maintenant de la *Federal Aviation Administration* qui est l'autorité qui délivre les licences, et elle ne délivrera pas d'autorisation de vol tant qu'une évaluation environnementale n'est pas terminée ; une réponse de la FFA en mars est objectif souhaitable pour SpaceX. Elon Musk : « *Je pense que nous nous efforçons d'obtenir l'approbation réglementaire et la préparation du matériel à peu près au même moment ... Espérons, vous savez, en gros, quelques mois pour les deux* ». Et Elon a ajouté : « *Je suis à ce stade très confiant que nous arriverons en orbite cette année* ».

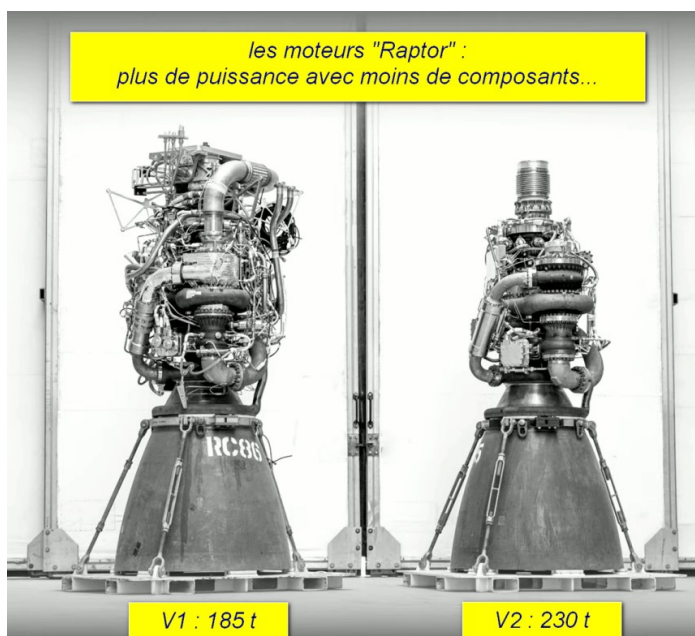
M. Musk a déclaré que si le processus de la FAA exigeait des enquêtes supplémentaires, cela entraînerait un retard de plusieurs mois, car les opérations de vol seraient transférées au Kennedy Space Center en Floride, où un autre pas de tir de lancement pour Starship est en construction.

La présentation du jeudi 10 était la première mise à jour officielle que M. Musk donnait sur les progrès du développement de Starship en deux ans. Et tandis que le niveau d'activité à Boca Chica dans l'intervalle a été intense [ Boca Chica a connu un prototypage rapide avec du matériel, même en effectuant des vols courts ], M. Musk n'a pas révélé grand-chose qui n'était pas déjà connu du public.



Un prototype « SN » revient se poser à Boca Chica après son court vol en altitude.

La mise à jour promise était avant tout une refonte de la vision à grands traits des programmes Starship et Mars de SpaceX, ainsi que quelques détails de base – déjà les plus connus – sur la fusée, ses moteurs Raptor et comment elle sera exploité.



les moteurs "Raptor" :  
plus de puissance avec moins de composants...

V1 : 185 t

V2 : 230 t

Les moteurs principaux des fusées Saturn V de l'ère Apollo délivraient environ 35 méga newtons lorsqu'ils étaient allumés. Le premier étage de Starship, qui s'appelle Super Heavy, devrait atteindre les 75 méga newtons.

Néanmoins, une grande partie de l'événement a été consacrée aux questions du public, dont certaines ont en fait extrait des détails spécifiques du PDG de SpaceX, avec peut-être la nouvelle la plus importante : un calendrier approximatif, mais mis à jour, pour le premier vol d'essai orbital de Starship.



Elon a aussi déclaré : « *Il va y avoir des annonces futures dont je pense que les gens vont être très excités ... Il y a beaucoup de clients supplémentaires qui voudront utiliser Starship [mais] je ne veux pas leur voler la vedette ; ils vont faire leurs propres annonces* ».

*A priori*, pour le vol inaugural, le propulseur Super Heavy lancera le vaisseau spatial dans l'espace pour un voyage de 90 minutes, correspondant à une fois le tour de la Terre, qui se terminera par un « atterrissage » d'élimination dans les eaux au large des îles hawaïennes dans le Pacifique. Le Super Heavy lui-même sera aban-

Starship 20 installé sur son booster Heavy 4 sur la tour de lancement de Starbase à Boca chica

donné dans le golfe du Mexique. Cependant, SpaceX souhaite que les deux segments des futurs véhicules effectuent des atterrissages contrôlés, sur terre ou sur des plates-formes maritimes, afin qu'ils puissent être réutilisés.

À Boca Chica, la tour de lancement arbore désormais d'énormes bras mécaniques, surnommés baguettes (« chopsticks »), qui tenteront d'attraper Super Heavy alors qu'il arrive près du sol. Ces bras placeraient alors le propulseur directement sur son support de lancement, prêt pour la prochaine mission. En 2021, Super Heavy et Starship avaient été installés avec de grandes grues, sans doute moins pratiques...

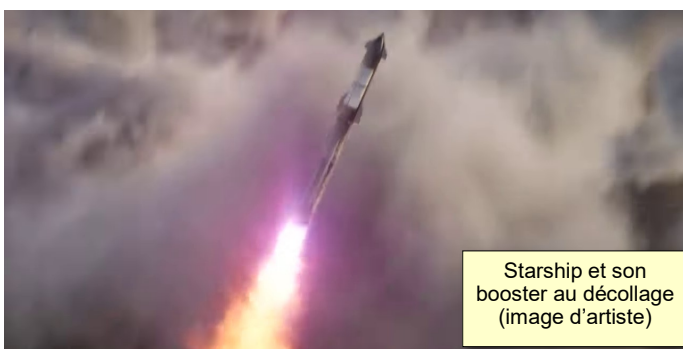


Boca Chica, Starbase, en 2021 - on peut remarquer les réservoirs verticaux de propergols liquides, très proches du lanceur (la FAA n'a pas aimé ça).



Super Heavy B4 et Starship S20 ont été emplis la 1ère fois en août 2021. Plusieurs mois après que le premier parc de réservoirs orbitaux de Starbase ait atteint un certain degré d'achèvement, SpaceX n'avait pas encore rempli quatre principaux réservoirs de méthane liquide (LCH4). Cependant, au cours de la même période, les cinq réservoirs d'oxygène et d'azote liquides (LOx/LN2) ont été remplis... La raison n'est toujours pas claire, à l'exception des spéculations selon lesquelles SpaceX a enfreint les réglementations rudimentaires sur le stockage du méthane (au Texas) et corrige très lentement ces erreurs avec des modifications.

Sans une ferme (un parc de stockage) partiellement opérationnelle, SpaceX ne sera pas en mesure de tenter un lancement orbital du vaisseau spatial, et encore moins de lancer le processus de qualification d'un booster super lourd pour le vol avec des répétitions dites "humides" (WDR), ainsi que des tests de tir statiques.



Starship et son booster au décollage (image d'artiste)

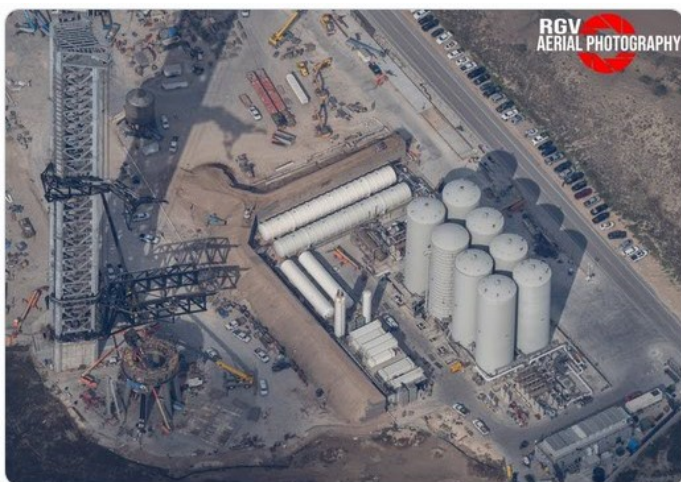
B4 et S20 ont été empilés pour la deuxième fois en février 2022 après les quelques mois de tests précédents et aujourd'hui Super Heavy n'a jamais semblé plus prêt pour les tests de tir statique. Mais si SpaceX a l'intention d'utiliser un vaisseau et un booster différents, la société devra réduire le temps nécessaire à l'assemblage final et aux tests de qualification par un facteur de deux ou trois par rapport au couple B4/S20. Si la prochaine paire de vaisseaux et de boosters prend le même temps que B4/S20, le matériel nécessaire à la première tentative de lancement orbital de Starship pourrait ne pas être prêt avant août ou septembre 2022. SpaceX devra également construire, tester, qualifier et expédier environ trois douzaines de moteurs Raptor 2, dont la production pourrait à elle seule prendre au moins six ou sept semaines au rythme actuel de production.

En fin de compte, peu importe où les cartes actuellement en l'air finissent par tomber, il semble que SpaceX ait une année extrêmement chargée – et, espérons-le, fructueuse – de développement et de tests de Starship devant elle.

La FAA prévoit de publier l'évaluation environnementale programmatique finale (PEA) pour le projet SpaceX Starship / Super Heavy le 28 février 2022. La date cible précédente était le 31 décembre 2021. Et sous la supervision de la FAA, SpaceX rédige actuellement des réponses aux plus de 18 000 commentaires publics reçus sur le projet de PEA et continue de préparer le PEA final pour examen et acceptation par la FAA. En outre, la FAA poursuit ses consultations et sa coordination avec d'autres agences aux niveaux local, étatique et fédéral.

L'examen environnemental n'est qu'une partie du processus d'octroi de licences d'espace commercial de la FAA. La demande de licence de SpaceX doit également répondre aux exigences de sécurité, de risque et de responsabilité financière de la FAA.

Quoi qu'il en soit, le fait demeure qu'il n'est plus clair si les retards de la FAA ou les mauvaises estimations de calendrier retarderont réellement la première tentative de lancement orbital de Starship. Maintenant que la FAA ne s'attend pas à terminer le PEA de classe orbitale de Starship avant le 28 février 2022, mars ou avril 2022 semble être un objectif plus précis.



Orbital Tank Farm, la « ferme » des réservoirs de Starbase début janvier 2022 : LCH4, LOx, LN2.

Cela donnera à SpaceX encore trois mois au minimum pour, peut-être, enfin terminer l'assemblage arrière de Super Heavy

B4, qualifier et remplir le côté méthane du parc de réservoirs de classe orbitale de Starbase, effectuer plusieurs répétitions dites « humides » et des mises à feu statiques.

SpaceX semblait avoir conçu le premier parc de réservoirs Starship de classe orbitale (un ensemble compact et agréablement symétrique de huit réservoirs de stockage verticaux) sans tenir compte des réglementations rudimentaires du Texas pour le stockage de gaz naturel liquide comme le méthane. Selon toute apparence, cette conclusion était correcte, car la ferme violait visiblement plusieurs règles - à savoir les exigences selon lesquelles tout le stockage LCH4 doit être entouré de murs de soutènement de 2 m de haut et que toute la « plomberie » associée ne doit pas être située sous le câblage électrique.

SpaceX semble aujourd'hui s'être entièrement recentré sur des réservoirs horizontaux (stockage d'environ 1 000 mètres cubes de LCH4 par réservoir au lieu de 1 800 par les réservoirs verticaux).

Depuis novembre 2021, SpaceX a effectué plus de 320 livraisons d'azote liquide et 200 livraisons d'oxygène liquide, ce qui équivaut à environ 6700 tonnes de LN2 et 4200 tonnes de LOx. Si SpaceX maintient cette moyenne et se concentre entièrement sur LCH4, les deux réservoirs horizontaux pourraient être remplis à ras bord avant la fin février.



Livraison de méthane liquide (LCH4) à la ferme des réservoirs de Starbase

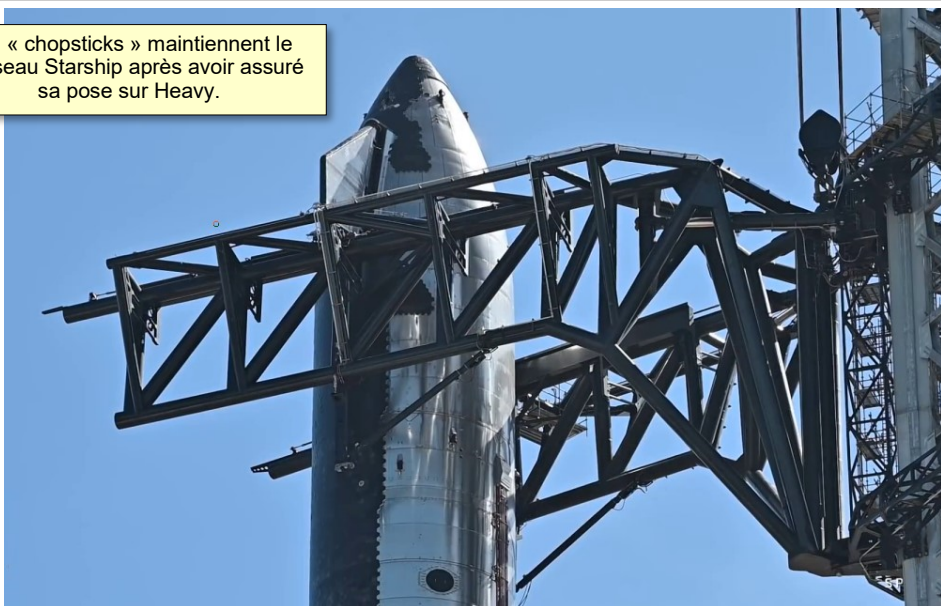
Le fait d'avoir une quantité substantielle de LCH4 stockée dans le parc de réservoirs orbital permettra enfin à SpaceX de tenter les premières grandes répétitions « humides » (WDR) et, plus important encore, les premières mises à feu statiques complètes, avec des prototypes Super Heavy en état de vol.



Base de lancement : alimentation de Heavy en propergols liquides.



Les « chopsticks » maintiennent le vaisseau Starship après avoir assuré sa pose sur Heavy.



Le bras de déconnexion rapide assure l'alimentation électrique, l'arrivée des fluides et stabilise l'empilement « Starship + Heavy ».



**Et si nous allions vers Mars avec Starship, en quelques étapes bien identifiées...**



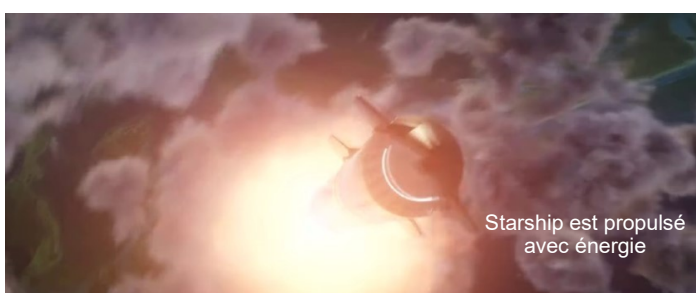
Lancement d'un des pas de tir de Starbase à Boca Chica



Les « raptors » d'Heavy vont rugir...



Décollage !

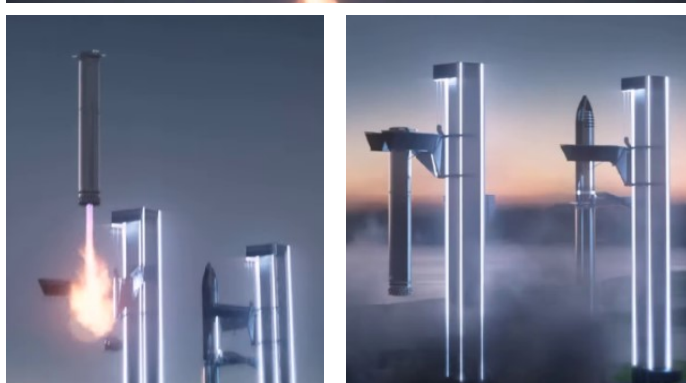
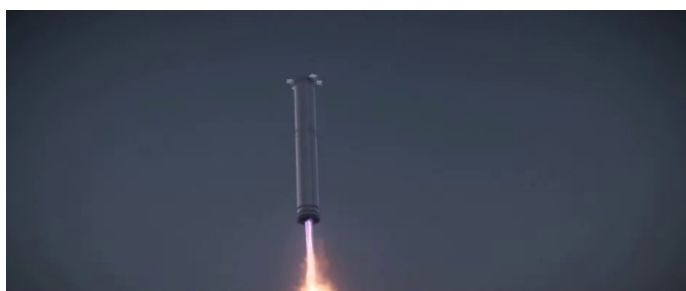


Starship est propulsé avec énergie



Heavy a terminé son travail et va retourner à la base...

Le booster Heavy retourne au pas de tir et sera préparé pour un autre voyage après avoir été capturé par les « chopsticks »...



Starship a allumé ses moteurs pour se mettre en orbite... mais temporairement.

Mettre en orbite Starship a demandé beaucoup d'énergie sous forme de méthane et d'oxygène, et il va falloir remplir les réservoirs pour s'extraire de la gravité terrestre ; un « cargo ravitailleur » l'attend déjà.

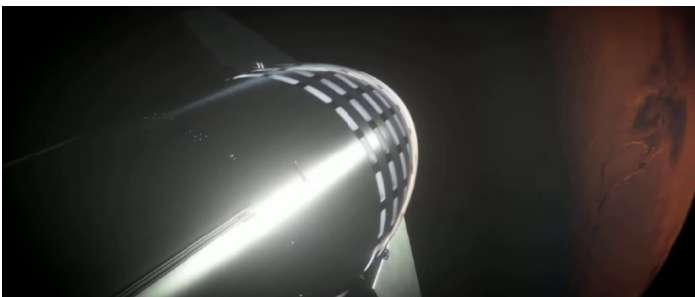


Starship « requinqué » peut s'éloigner de la planète bleue...



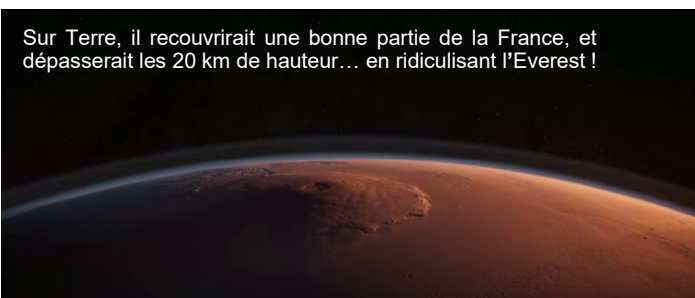


Un voyage sans encombre de quelques mois et bientôt Mars dévoile ses couleurs... et les passagers pourront survoler le

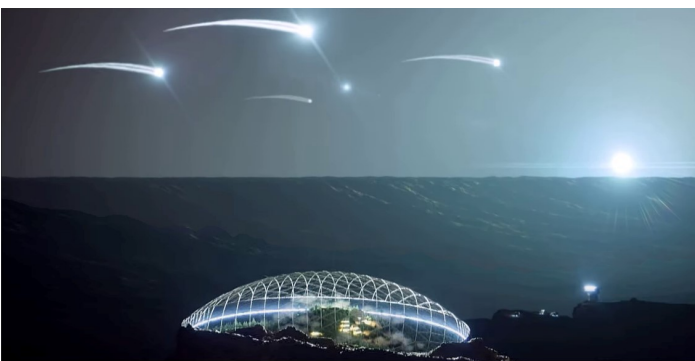


plus grand volcan du Système Solaire : Olympus Mons.

Sur Terre, il recouvrirait une bonne partie de la France, et dépasserait les 20 km de hauteur... en ridiculisant l'Everest !



Sur Mars, l'homme a déjà colonisé quelques endroits car des expéditions précédentes sont déjà passées par là, et comme dit Elon Musk : « *il y aura sûrement des morts pour faire tout ça* », et cela rappelle les découvertes maritimes de Christophe Colomb, Magellan etc..., qui ne se sont pas réalisées sans pertes. Une différence tout de même : *a priori*, Mars n'est pas habitée par des martiens, et leur civilisation ne sera pas anéantie...



Quelques copies martiennes de Starbase attendent l'arrivée des voyageurs aventureux.



Starship se pose sur Mars



Et voilà, Starship arrive à destination, et après les formalités d'accueil dans le port spatial martien, les passagers pourront rejoindre leur chambre d'hôtel et profiter d'un bain relaxant dans la piscine.

Bien, petit retour sur Terre maintenant, avec quelques vues de la fourmilière d'Elon :





**Ariane-5**  
Zone de lancement ELA-3  
du port spatial européen  
Centre spatial guyanais de  
Kourou (Guyane française)

**Oui, cocorico!**  
**Pour ce magnifique lancement du télescope James Webb le 25 décembre 2021,**  
**accompli par une fusée européenne ARIANE 5. Bravo Arianespace !**

**La fusée Ariane 5 termine sa carrière en beauté, en permettant au télescope Webb d'aller scruter les confins de l'Univers : un décollage parfait et une trajectoire parfaite... un succès !**

La NASA a déclaré que l'excès de carburant de Webb est susceptible de prolonger sa durée de vie. Après un lancement réussi du télescope spatial James Webb le 25 décembre, et l'achèvement de deux manœuvres de correction à mi-parcours, l'équipe Webb a analysé sa trajectoire initiale et déterminé que l'observatoire devrait avoir suffisamment de propulseur pour permettre le soutien des opérations scientifiques en orbite de manière significative pendant une durée de vie scientifique de 10 ans (la base de référence minimale pour la mission était de cinq ans).

L'analyse montre qu'il faut moins de propulseur que prévu à l'origine pour corriger la trajectoire de Webb vers son orbite finale autour du deuxième point de Lagrange connu sous le

nom de L2, un point d'équilibre gravitationnel de l'autre côté de la Terre, loin du Soleil. Par conséquent, Webb aura beaucoup plus de propulseur qu'envisagé, bien que de nombreux facteurs puissent finalement affecter la durée de fonctionnement de Webb.

Webb a du propulseur de fusée à bord non seulement pour la correction à mi-course et l'insertion en orbite autour de L2, mais aussi pour les fonctions nécessaires pendant la durée de vie de la mission, comme les manœuvres de « maintien en station » (de petites mises à feu pour ajuster l'orbite de Webb), et la conservation de l'orientation de Webb dans l'espace.

Le propulseur supplémentaire « gagné » est en grande partie dû à la précision du lancement de la fusée par Arianespace, qui a dépassé les exigences nécessaires pour mettre Webb sur la bonne voie, ainsi qu'à la précision de la première manœuvre de correction à mi-parcours qui a ajouté environ 20 m/s à la vitesse de l'observatoire. Une deuxième manœuvre de correction

a eu lieu le 27 décembre, ajoutant environ 2,8 m/s à la vitesse. Mais la précision de la trajectoire de lancement a eu un autre résultat sur le moment du déploiement des panneaux solaires.

Ce déploiement a été exécuté automatiquement après la séparation d'Ariane 5 sur la base d'une commande mémorisée pour se déployer :

- soit lorsque Webb a atteint une certaine attitude vers le Soleil, idéale pour capter sa lumière pour alimenter l'observatoire,
- soit automatiquement, 33 minutes après le lancement.

Parce que Webb était déjà dans la bonne attitude après la séparation du deuxième étage d'Ariane 5, le panneau solaire a pu se déployer une minute et demie après la séparation (environ 29 minutes après le lancement).

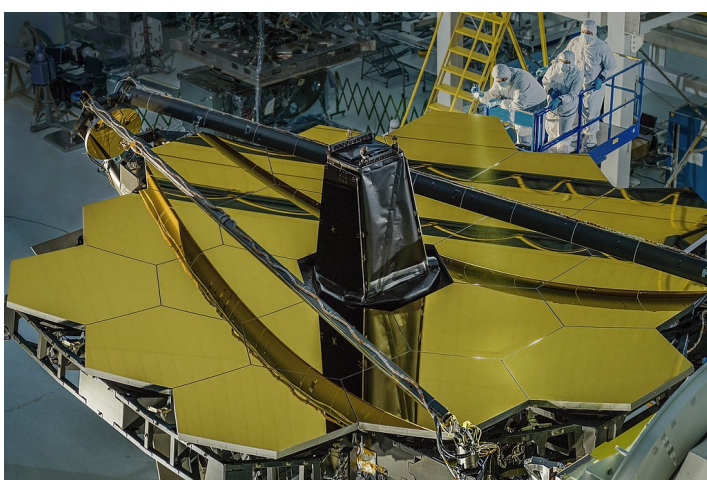
Après cela, toutes les étapes techniques de mise en poste sont contrôlées par l'homme, de sorte que le calendrier ou même l'ordre, peut changer.

Aujourd'hui, à la mi-février 2022, Webb est bien arrivé à destination, et tout s'est déroulé comme prévu. Les scientifiques sont en train de régler les miroirs pour obtenir une image nette d'une étoile de référence ; il va falloir encore un peu de patience avant de voir la première image « utile » mais, déjà, Webb a capturé ses premiers photons de la cible test : l'étoile HD 84406 dans la Grande Ourse.



Des ingénieurs inspectent l'un des deux premiers miroirs de Webb.

Obtenir une image parfaite à distance et dans l'espace, à partir de plusieurs miroirs est un challenge. Six petits moteurs installés derrière les segments primaires et le miroir secondaire permettent



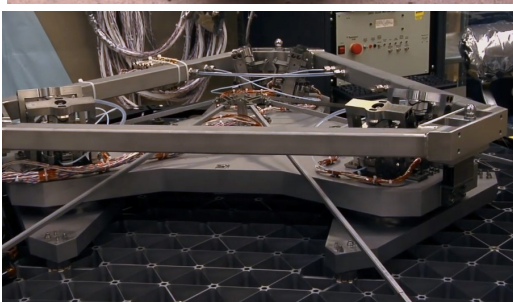
**Miroir principal de Webb (NASA Goddard).** Le miroir secondaire est le miroir rond situé à l'extrémité des longues flèches repliées dans leur configuration de lancement. Les miroirs de Webb sont recouverts d'une fine couche d'or microscopique, ce qui les optimise pour réfléchir la lumière infrarouge, qui est la principale longueur d'onde de la lumière que ce télescope observera.



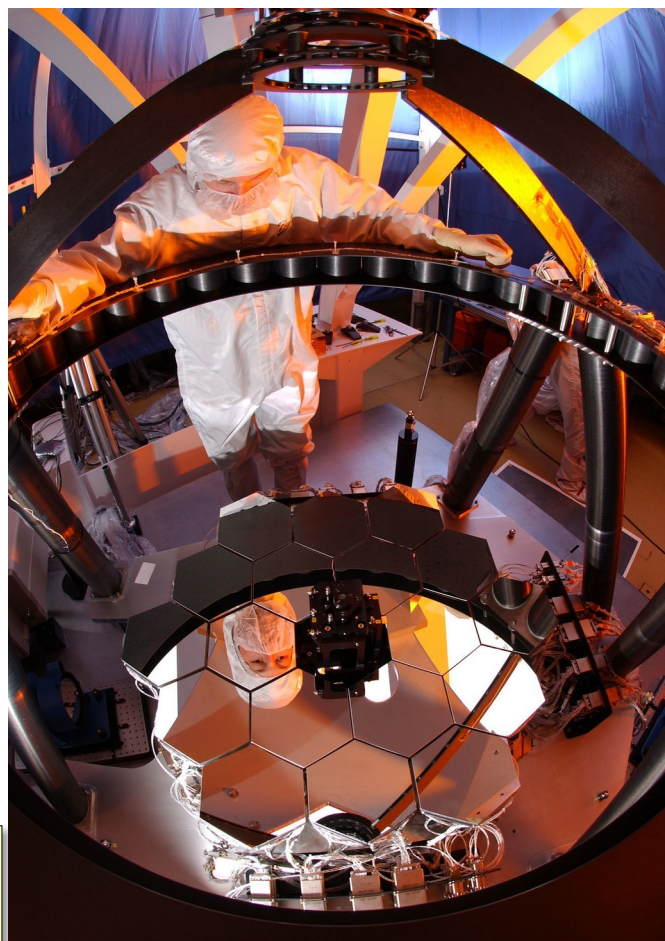
Face arrière d'un miroir :

les moteurs pour le réglage des miroirs et réaliser la mise au point des images.

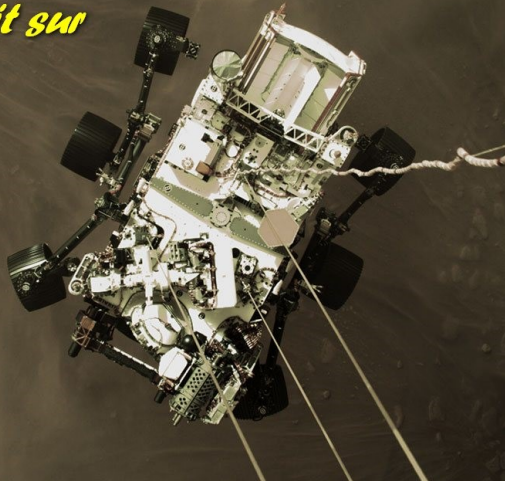
(images : Ball Aerospace)



la mise au point de l'image. Un moteur supplémentaire au centre des segments primaires ajuste la courbure. Une maquette au 1/6<sup>ème</sup> a été réalisée pour vérifier et apprendre à utiliser le complexe système de réglage des miroirs de Webb : **Vivement juillet pour voir les premières images de Webb !**



*Le 18 février 2021  
PERSEVERANCE  
atterrissait sur  
Mars.*



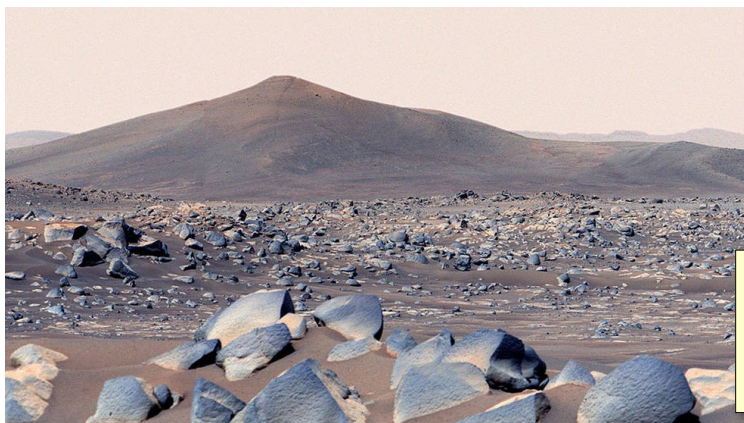
**Perseverance de la NASA célèbre sa première année sur Mars.**

L'étage de descente Mars 2020 abaisse le rover Perseverance de la NASA sur la planète rouge le 18 février 2021. L'image provient d'une vidéo capturée par une caméra à bord de l'étage de descente (NASA/JPL-Caltech).

Le rover Perseverance de la NASA a enregistré une multitude de premières depuis qu'il a atterri sur Mars il y a un an, le 18 février 2021, et le « scientifique à six roues » a d'autres travaux importants en réserve alors qu'il se dirige vers sa nouvelle destination et une nouvelle campagne scientifique.

Pesant environ un peu plus d'une tonne, Perseverance est le rover le plus lourd à avoir jamais atterri sur Mars, en renvoyant une vidéo spectaculaire de son atterrissage. Le rover a collecté les premiers échantillons de carottes de roche d'une autre planète (il en transporte six jusqu'à présent), a servi de station de base indispensable pour *Ingenuity*, le premier hélicoptère sur Mars, et a testé *MOXIE* (Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment), le premier prototype de générateur d'oxygène sur la planète rouge.

Perseverance a également récemment battu un record de la plus grande distance parcourue par un rover martien en une seule journée, parcourant près de 320 mètres le 14 février 2022, le 351<sup>ème</sup> jour martien, ou sol, de la mission. Et il a effectué l'intégralité du trajet à l'aide d'*AutoNav*, le logiciel de conduite autonome qui permet à Perseverance de trouver son propre chemin autour des rochers et autres obstacles.



Le rover a presque terminé sa première campagne scientifique dans le cratère Jezero, un endroit qui contenait un lac il y a des milliards d'années et présente certaines des roches les plus anciennes que les scientifiques de Mars ont pu étudier de près. Les roches qui ont enregistré et préservé des environnements qui abritaient autrefois de l'eau sont des emplacements privilégiés pour rechercher des signes de vie microscopique ancienne. À l'aide d'une perceuse au bout de son bras robotique et d'un système complexe de collecte d'échantillons dans son ventre, Perseverance extrait des carottes de roche au fond du cratère, ce qui est la première étape de la campagne *Mars Sample Return*.

« Les échantillons que Perseverance a collectés fourniront une chronologie clé pour la formation de Jezero Crater ... Chacun est soigneusement considéré pour sa valeur scientifique », a déclaré Thomas Zurbuchen, administrateur associé de la Direction des missions scientifiques de la NASA à Washington.



Deux autres échantillons seront collectés dans les semaines à venir à partir du type de roche "Ch'at", un ensemble de roches sombres et caillouteuses représentatives de ce que l'on voit sur une grande partie du fond du cratère.

Si des échantillons de ces roches sont renvoyés sur Terre, les scientifiques pensent qu'ils pourraient fournir une bonne indication d'âge pour la formation de Jezero et le lac qui y résidait autrefois.

Perseverance a pris cette vue d'une colline appelée "Santa Cruz" le 29 avril 2021. D'environ 50 centimètres de diamètre en moyenne, les rochers au premier plan font partie du type de roches que l'équipe du rover a nommé "Ch'at" (le terme Navajo pour "grenouille" et prononcé "chesh"). Perseverance reviendra dans la région bientôt. (NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS)

Les scientifiques peuvent faire une estimation de l'âge de la surface d'une planète ou d'une lune en comptant ses cratères d'impact. Les surfaces plus anciennes ont eu plus de temps pour accumuler des cratères d'impact de différentes tailles. Dans le cas de la Lune, les scientifiques ont pu affiner leurs estimations en analysant des échantillons lunaires ramenés des missions Apollo. Ils ont donc pris ces informations pour améliorer les estimations d'âge des surfaces sur Mars.

Mais avoir des échantillons de roche de la planète rouge améliorerait encore ces estimations basées sur l'âge des cratères de la surface, et les aiderait à trouver plus de pièces du puzzle qu'est l'histoire géologique de Mars.



« En ce moment, nous utilisons ce que nous savons de l'âge des cratères d'impact sur la Lune pour extrapoler cela à Mars », a déclaré Katie Stack Morgan, scientifique adjointe du projet Perseverance au Jet Propulsion Laboratory de la NASA en Californie du Sud, qui gère la mission du rover.

« Ramener un échantillon de cette surface fortement cratérisée de Jezero pourrait fournir un point de référence pour calibrer le système de datation des cratères de Mars de manière indépendante, au lieu de s'appuyer uniquement sur le système lunaire ».

La mission n'a pas été sans défi. La première tentative du rover de forer une carotte de roche s'est avérée être un fiasco, ce qui a déclenché une vaste campagne de tests pour mieux comprendre les roches fragiles. L'équipe a dû également nettoyer les cailloux qui étaient tombés dans la partie du système d'échantillonnage qui contient les trépan.

Le compagnon aéroporté de Perseverance, l'hélicoptère *Ingenuity* de la NASA, s'est avéré tout aussi courageux : il a été immobilisé pendant près d'un mois à la suite d'une tempête de poussière avant de reprendre récemment ses vols. Initialement prévu pour voler cinq fois, le « giravion » a effectué avec succès 19 vols maintenant, offrant une nouvelle perspective du terrain martien et aidant l'équipe de Perseverance à planifier la voie à suivre.

À l'ouest de "Octavia E. Butler Landing", où Perseverance a commencé son voyage, se trouvent les vestiges d'un delta en forme d'éventail formé par une ancienne rivière qui alimentait le lac de Jezero Crater. Les deltas accumulent des sédiments au fil du temps, piégeant potentiellement de la matière organique et d'éventuelles biosignatures (signes de vie) qui peuvent se trouver dans l'environnement. Cela fait de cette destination, que la mission compte atteindre cet été, un moment fort de l'année à venir.

Un objectif clé de la mission de Perseverance sur Mars est l'astrobiologie, y compris la recherche de signes de vie microbienne ancienne. Le rover caractérisera la géologie et le climat passé de la planète, ouvrira la voie à l'exploration humaine de la planète rouge en étant la première mission à collecter et à mettre en cache la roche et le régolithe martiens (roche brisée et poussière).

Les missions ultérieures de la NASA, en coopération avec l'ESA (Agence spatiale européenne), enverraient des engins

spatiaux sur Mars pour collecter ces échantillons scellés à la surface et les renvoyer sur Terre pour une analyse approfondie.

La mission Mars 2020 Perseverance fait partie de l'approche d'exploration *Moon to Mars* de la NASA, qui comprend des missions Artemis sur la Lune pour aider à préparer l'exploration humaine de la planète rouge.

Le JPL, qui est géré pour la NASA par Caltech à Pasadena, en Californie, a construit et gère les opérations du rover Perseverance.



**Perseverance** a pris son autoportrait à partir du site surnommé « Rochette » le 10 septembre 2021 (198<sup>ème</sup> sol de la mission). Il regarde les 2 trous forés avec son bras robotique, pour recueillir des échantillons. Ensuite, il a pris la photo de sa caméra (2<sup>ème</sup> version de son autoportrait). Chaque photo est composée de 57 images qui sont assemblées.

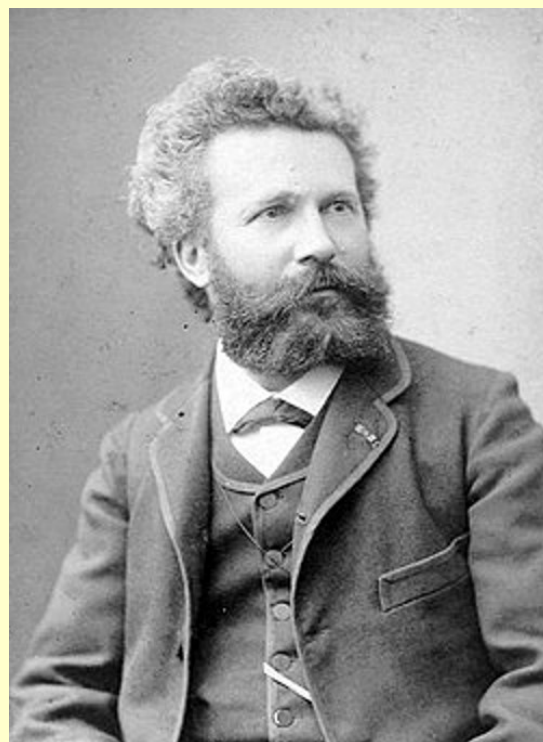


Version 2 recadrée

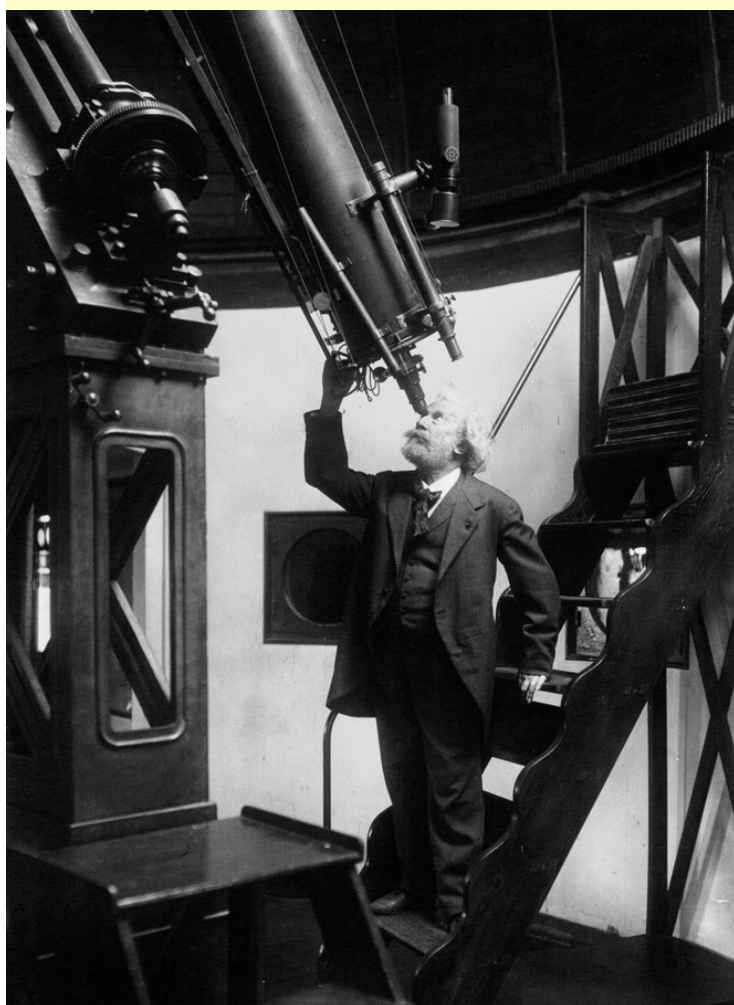
# C'est arrivé ce jour-là...

## Février 1842, il y a 180 ans

Camille Flammarion est né le 26 février 1842. Il est surtout connu pour avoir été un éminent vulgarisateur de la science : le climat, l'atmosphère et l'astronomie. Sa passion pour l'astronomie commence le 9 octobre 1847, à l'occasion d'une éclipse annulaire de Soleil qu'il a observée grâce à un seau d'eau qui faisait office de miroir. En 1856, il devient apprenti chez un graveur ciseleur et apprend le dessin. Son père lui fait découvrir la photographie. Il termine ses études en 1858 et trouve une place d'élève astronome à l'Observatoire impérial de Paris. Il est attaché au bureau des calculs et assiste le professeur Jean Chacornac lors des observations. En 1862 il publie *la*

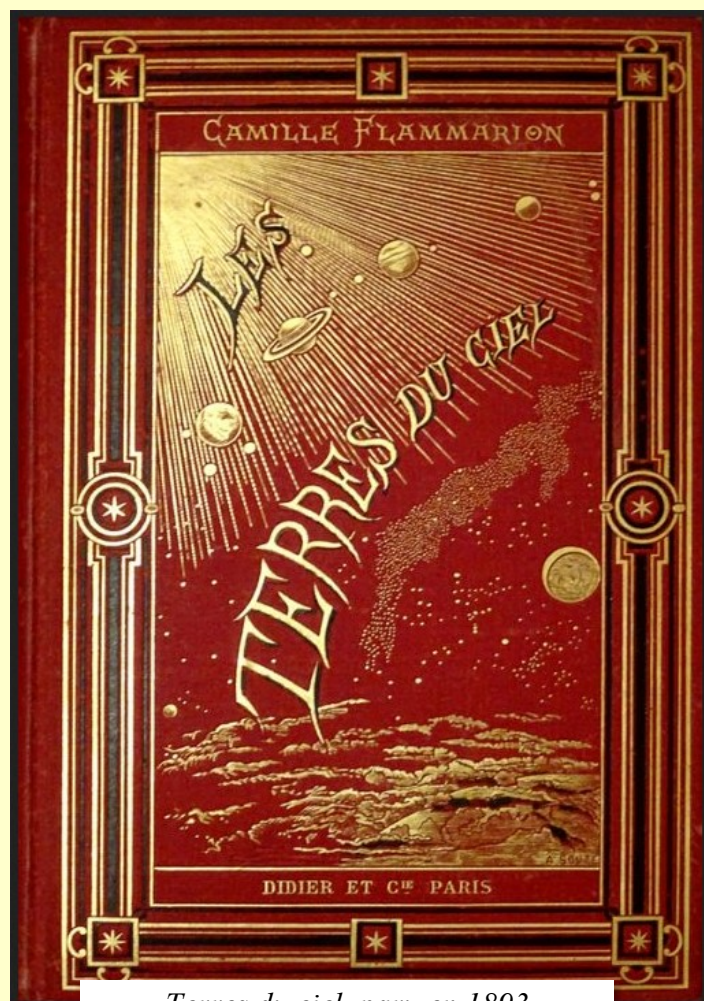


Camille Flammarion (1842 - 1925)



Camille Flammarion à l'observatoire de Juvisy

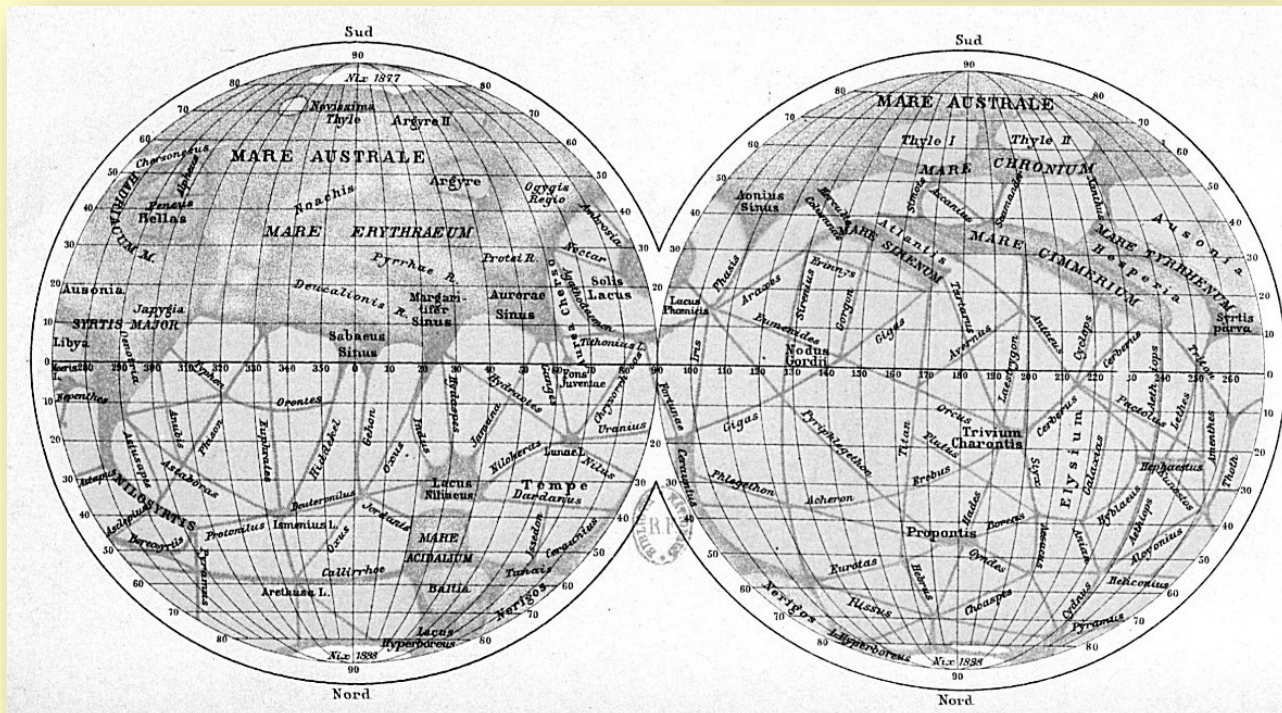
*pluralité des mondes habités*. L'ouvrage fait scandale car il envisage un monde extraterrestre. Cela lui vaut d'être congédié par Urbain Le Verrier qui lui dit « Monsieur, vous n'êtes pas savant, mais poète ! ». Le directeur du bureau des calculs le réengage néanmoins pour calculer les éphémérides annuelles de la Lune. Il entre à la rédaction de la revue *Cosmos* où il mène une campagne contre l'administration de Le Verrier. En 1876, il étudie les changements de saisons sur la planète Mars. De 1876 à 1880, il effectue plusieurs vols en ballon pour étudier les phénomènes électrostatiques dans l'atmosphère. Avec les bénéfices de *l'Assommoir* d'Emile Zola, Camille Flammarion publie *l'Astronomie populaire* en 1879. En 1887, il fonde la *Société astronomique de France* dont il est le premier président. En 1882, un riche admirateur lui offre une belle pro-



Terres du ciel, paru en 1893

priété à Juvisy-sur-Orge, où il érige en 1883 un observatoire qu'il équipe d'une lunette de 24 cm de diamètre et 3,75 m de focale. En 1892, il publie *La planète Mars et ses conditions d'habitabilité*. Il s'appuie en cela sur les découvertes de Giovanni Schiaparelli : les mers et les canaux de Mars. Il engage à l'Observatoire de Juvisy, Eugène Antoniadi avec qui il étudie les canaux de la planète rouge. Il émet même l'hypothèse que la planète rouge pourrait être habitée par « une race supérieure à la nôtre ». Il meurt dans son cabinet de travail à Juvisy-sur-Orge le 3 juin 1925, terrassé par une crise cardiaque. Il a été le premier à proposer les noms de Triton, lune de Neptune et Amalthée, lune de Jupiter. Ces noms ont été adoptés des décennies plus tard.

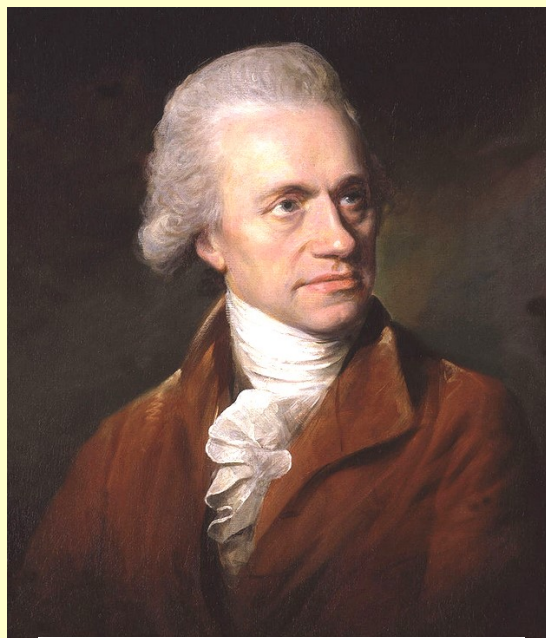
Carte d'ensemble de la planète Mars  
Observations de J. Schiaparelli pendant  
les 6 oppositions de 1877 à 1888



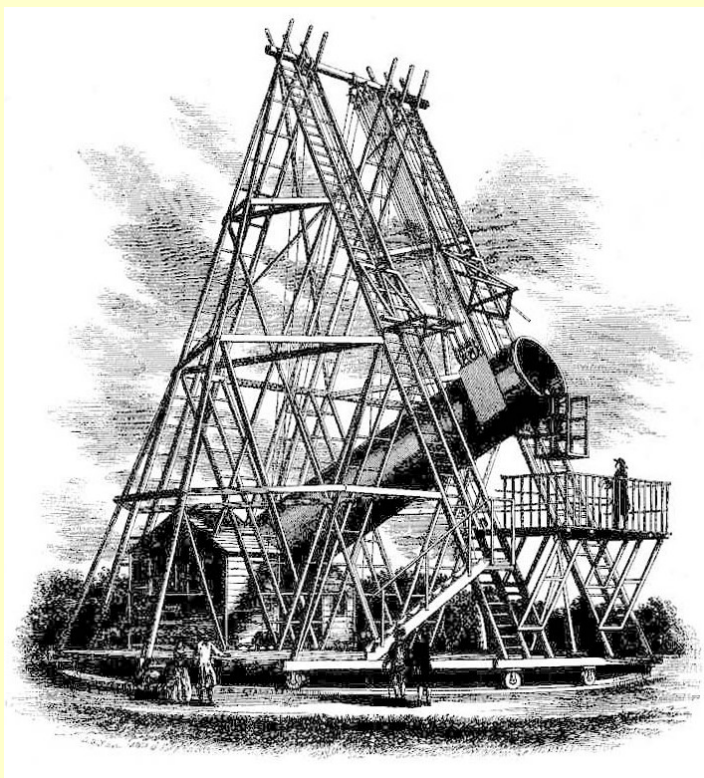
# C'est arrivé ce jour-là...

## Février 1792, il y a 230 ans

Les premières observations prouvées de la planète Uranus datent de 1690. John Flamsteed l'observe au moins 6 fois et note sa position dans un catalogue d'étoiles qu'il élabore sous le nom de 34 Tauri. L'astronome Pierre-Charles Le Monnier l'observe 12 fois entre 1750 et 1769 dont 4 nuits consécutives. Mais c'est William Herschel qui découvre la planète le 13 mars 1781. Avec un télescope qu'il a lui-même construit et dont il a lui-même poli le miroir, il observe des étoiles à la frontière entre les constellations des Gémeaux et du Taureau. Parmi les étoiles il voit une tache plus diffuse que les étoiles. En changeant de grossissements à l'aide de différents oculaires, il constate que cette tache change de taille alors que les étoiles alentour ne changent pas d'aspect. Il note alors dans son compte rendu d'observation la présence, dans cette partie du ciel d'une « nébuleuse ou peut-être une comète ». Il observe



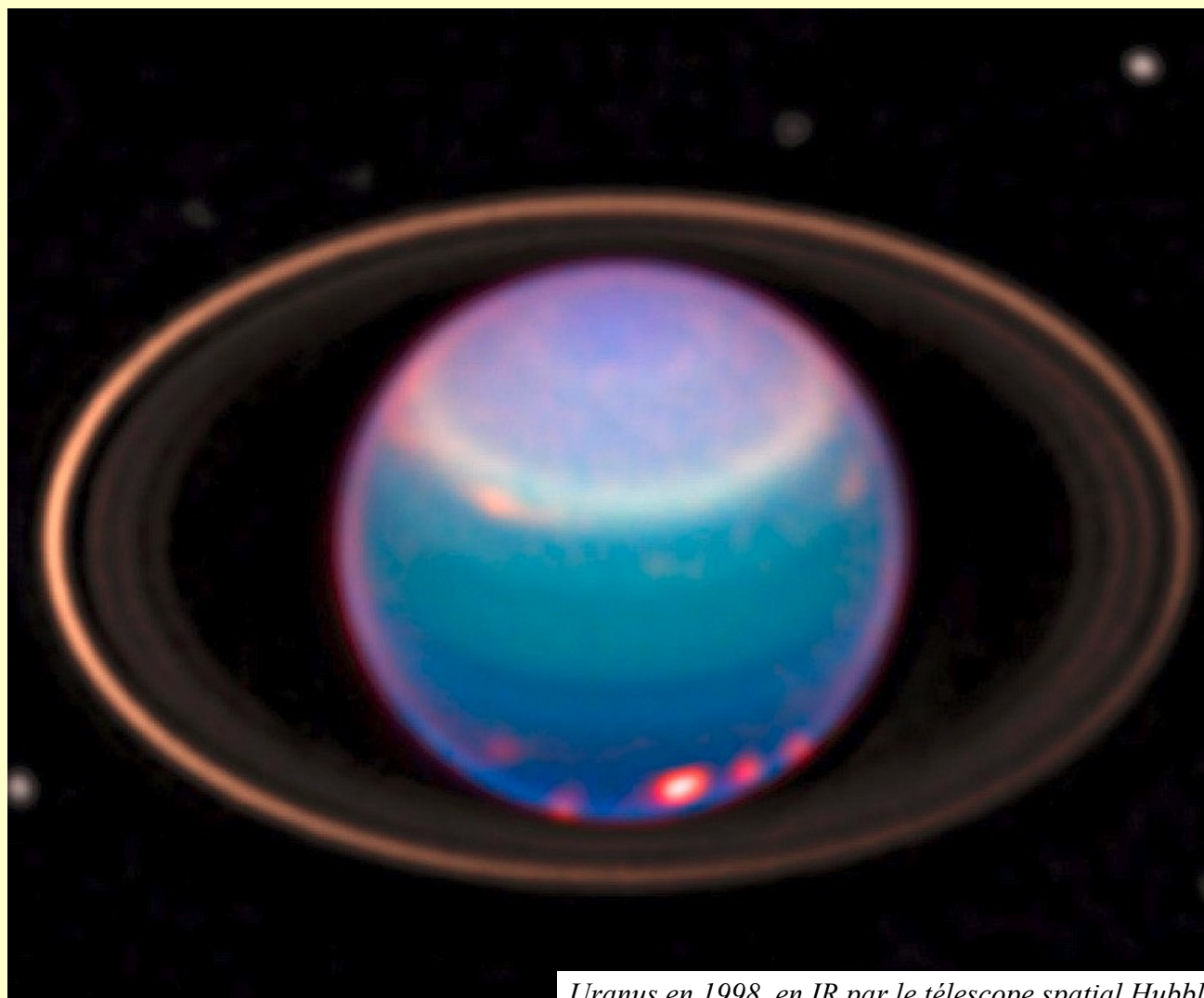
*William Herschel (1738 - 1822)*



*Télescope de 122 cm de diamètre construit en 1789*

à nouveau l'objet quelques jours plus tard : « J'ai observé la comète ou la nébuleuse et trouvé qu'il s'agissait d'une comète, car elle avait changé de place ». Alors que William Herschel continue prudemment à considérer qu'il s'agit d'une comète, les astronomes à qui il a fait part de sa découverte semble s'orienter progressivement vers une nouvelle planète au-delà de l'orbite de Saturne. Pour certains, c'est l'absence de chevelure et de queue, pour d'autres, à la suite de calculs d'orbite, notent qu'on n'a jamais observé de comète avec un périhélie supérieur à 4 fois la distance Terre-Soleil. D'autres enfin montrent que l'orbite pratiquement circulaire s'accorde mieux avec un modèle planétaire qu'avec un modèle cométaire. Charles Messier, spécialiste des comètes, remarque aussi qu'avec son aspect de disque elle ressemble plus à Jupiter qu'aux 18 comètes qu'il a déjà observées. En 1783, William Herschel reconnaît qu'avec toutes ces





*Uranus en 1998, en IR par le télescope spatial Hubble*

études, l'objet qu'il a observé en 1781 est donc une nouvelle planète dans le système solaire. En plus du disque lui-même, William Herschel pense voir des anneaux autour de la planète. Avec des observations effectuées entre 1787 et 1792, en variant les grossissements de 157 à 589, il pense même voir 2 anneaux placés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre. Malgré cela, le 26 février 1792, il finit par conclure qu'Uranus n'a pas d'anneaux alors même qu'il fait une description plutôt fidèle de l'anneau epsilon, en taille et en orientation par rapport à la planète. Il faut attendre mars 1977 pour officialiser la présence d'un système d'anneaux pour Uranus. La découverte est faite de manière fortuite alors qu'on voulait étudier l'atmosphère de la planète par l'occultation de l'étoile SAO

158687. L'analyse des mesures indiquent que l'étoile a brièvement disparu 5 fois avant et après son passage derrière la planète. En 2005, le télescope spatial Hubble détecte une paire d'anneaux encore inconnus, ils sont si éloignés de la planète qu'ils sont surnommés les anneaux extérieurs. En avril 2006, le télescope Keck de 10m de diamètre révèlent leur couleur : l'un est bleu, l'autre est rouge. Les dernières études indiquent que les anneaux d'Uranus sont relativement jeunes : moins de 600 millions d'années. Ils proviendraient de l'impact entre une lune et un autre objet et, parmi les nombreux débris, seules quelques particules ont survécu, dans les zones stables qui correspondent aux emplacements actuels des 13 anneaux.

OBSERVATOIRE DE PARIS  
 COMPAS/DASOP-LPSH  
 SPECTROHELIOGRAPH  
 1999 JAN 27  
 09h58mn UT  
 H  $\alpha$

N

# La spectrohéliographie

E

W

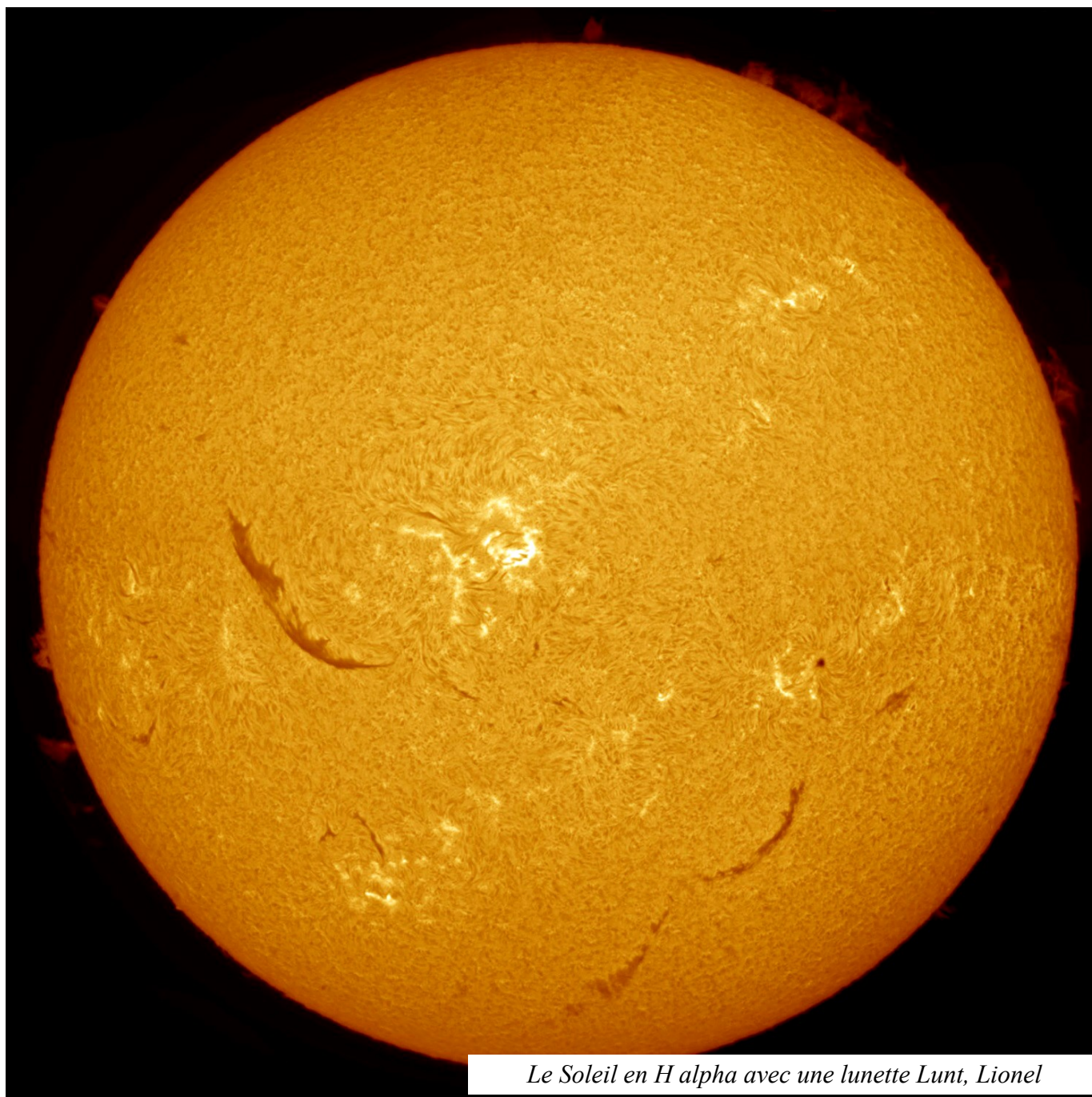
**Le filtre solaire universel...**

**Lionel**

Pour observer le Soleil il faut bien évidemment filtrer la lumière pour en diminuer l'énergie, mais on peut aussi et surtout sélectionner une longueur d'onde particulière à laquelle on veut faire les observations. L'aspect du Soleil varie énormément en fonction de la longueur d'onde choisie. Dans le domaine visible, c'est la photosphère qu'on observe. C'est la partie la plus lumineuse : une couche d'environ 300 km d'épaisseur qui rayonne à une



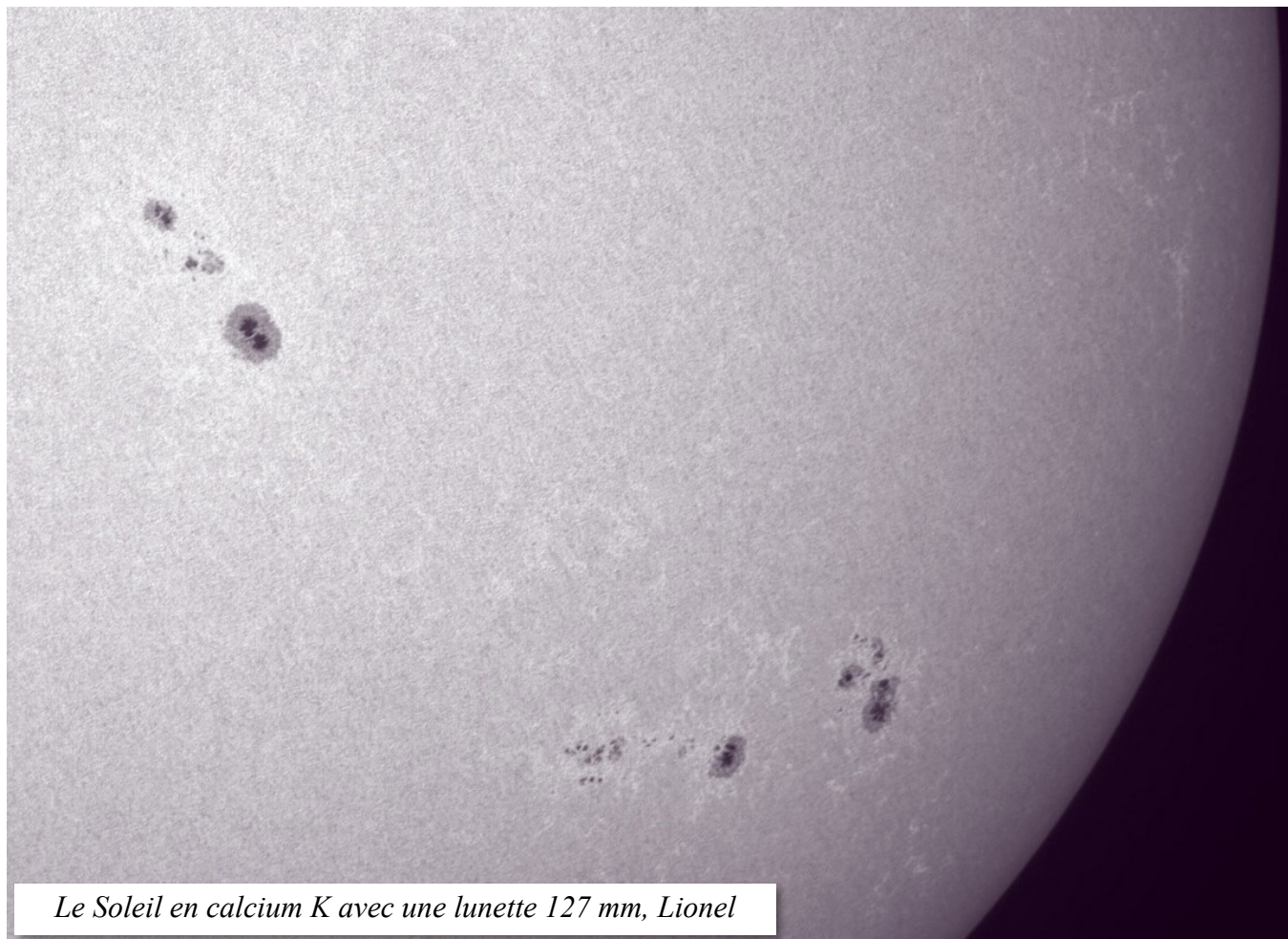
*Groupe de taches solaires en lumière visible au C14, Lionel*



*Le Soleil en H alpha avec une lunette Lunt, Lionel*

température de  $5\,500^{\circ}\text{C}$ . Dans les longueurs d'onde du visible on peut voir les taches solaires : elles apparaissent sombres en contraste avec le reste de la surface car elles sont moins chaudes, environ  $4\,500^{\circ}\text{C}$ . Leur taille est de l'ordre de la taille de la planète Terre mais certains groupes de taches peuvent être bien plus grands. La chaleur ne pouvant pas facilement remonter par les taches se voit déviée à leur périphérie. Il apparaît alors des régions bien plus brillantes que la surface elle-même en bordure des taches : les facules. Sur toute la surface du Soleil, on peut aussi voir la granulation : une sorte

de bouillonnement permanent de la surface du Soleil, des cellules de convection qui évacuent la chaleur comme le bouillonnement de l'eau dans une casserole. Mais, dans le cas du Soleil, les cellules de convection ont la taille de la France. Si on choisit d'observer le Soleil à la longueur d'onde de l'hydrogène, dans la partie rouge du spectre, ce n'est plus la photosphère qu'on observe, mais la chromosphère. C'est une couche de  $10\,000\text{ km}$  d'épaisseur dont la température croît de  $4\,500^{\circ}\text{C}$  à  $500\,000^{\circ}\text{C}$ . Dans ces longueurs d'onde, en particulier celle de l'hydrogène ( $\text{H}\alpha$  à  $656,3\text{ nm}$ ), le Soleil



*Le Soleil en calcium K avec une lunette 127 mm, Lionel*

déploie ses protubérances : des structures en forme de filaments constituées de gaz relativement froid (7 000 °C) qui suivent les lignes de champ magnétique. Elles peuvent atteindre des dizaines voire des centaines de milliers de kilomètres d'altitude. A la surface du Soleil, ce n'est plus la granulation qui est visible, mais une véritable forêt de spicules : des petits tubes dont la longueur est de l'ordre du rayon terrestre, remplis d'un gaz chaud qui peut se déplacer à 50 000 km/h. De l'autre côté du spectre, on peut vouloir observer le Soleil dans les raies du calcium (notamment la raie K du calcium à 393,3 nm) dans la partie violette du spectre. Les facules sont bien plus contrastées qu'en lumière visible mais la granulation est moins bien résolue. On pourrait choisir d'autres longueurs d'onde, l'hélium, l'hydrogène  $\beta$ , le sodium, le magnésium, etc. A toutes ces longueurs d'onde le Soleil se présente sous un aspect différent. Pour toutes ces observations, deux possibilités s'offrent à vous : s'équiper de filtres spécifiques pour chacune des raies du spectre du Soleil, ou observer l'astre du jour avec un spectrohélio-

graphe...

Le spectrohéliographe est un filtre « tout en un ». Comme son nom l'indique, il décompose la lumière du Soleil pour en faire un spectre avec un prisme, mais le plus souvent un réseau. Une fente qu'on peut déplacer va sélectionner une portion du spectre dans laquelle on peut choisir d'isoler une raie particulière.

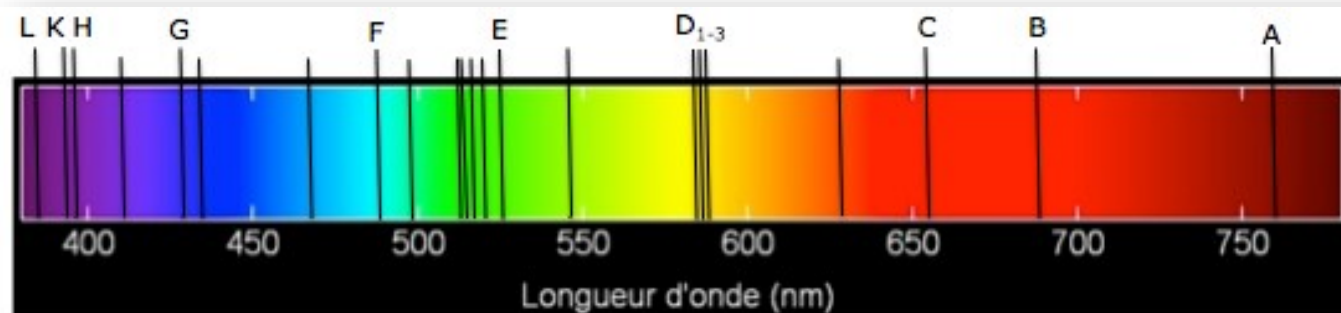
#### **Avantage**

On dispose avec ce dispositif de tous les filtres qu'on veut depuis le violet et les raies du calcium jusqu'au proche infrarouge et la fameuse raie de l'hydrogène  $H\alpha$ .

#### **Inconvénient**

On ne peut faire d'observation visuelle du Soleil. On le laisse défilier devant la fente, et on recompose l'image avec un logiciel dédié.

Le spectrohéliographe est né à l'observatoire de Meudon à la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Au lendemain de l'éclipse de Soleil du 18 août 1868, Jules Janssen a l'idée d'isoler la raie  $H\alpha$  de l'hydrogène (alors appelée raie C) pour observer les protubérances dans la chromosphère du Soleil. En 1889, Henri Deslandres entre à l'observatoire de Paris et y déve-



*Spectre du Soleil avec quelques unes des raies les plus célèbres : H $\alpha$  (C), calcium K...*

loppé la spectroscopie. Avec les idées de Jules Janssen, il développe en 1892 un instrument capable d'enregistrer des images du Soleil en isolant quelques raies particulières : le spectrohéliographe est né. Indépendamment des idées développées à l'observatoire de Paris, l'Américain George Ellery Hale développe également le spectrohéliographe aux Etats-Unis. Le spectrohéliographe est un instrument imposant. Un cœlostat (dispositif à miroirs qui suit la course du Soleil dans le ciel) ren-

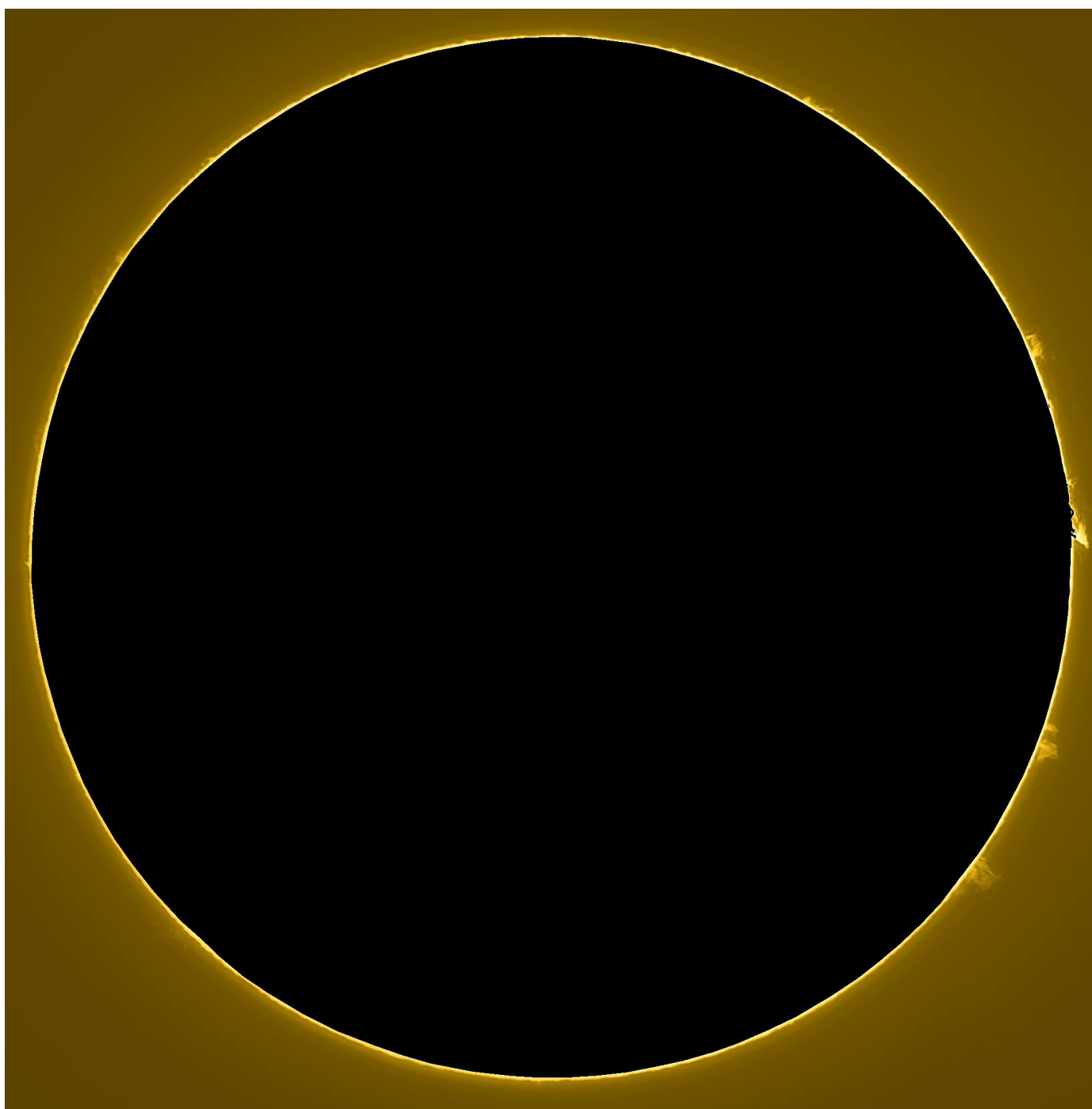
voie la lumière du Soleil dans l'objectif du spectrohéliographe. Depuis 1909, l'observatoire de Meudon enregistre avec cet appareil des images du Soleil : ces spectrohéliogrammes forment la collection la plus importante au monde. En 2003, une caméra CCD a remplacé les plaques et les pellicules photos. La France, par l'intermédiaire de certains de ces célèbres astronomes est à la pointe du développement de la spectroscopie pour les astronomes amateurs, et maintenant de la spectrohéliographie. Le club vient



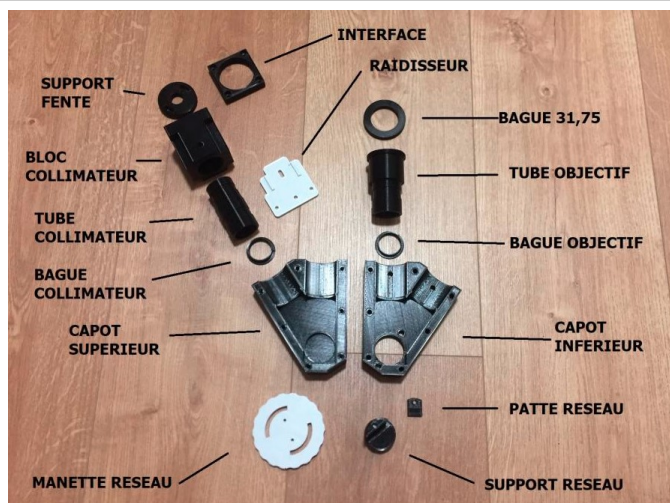
*Henri Deslandres (à droite) à l'observatoire de Meudon*

de se doter d'un spectrohéliographe : le Sol'Ex. Il se présente sous la forme d'un kit qui comprend toutes les pièces optiques, et les plans pour construire l'instrument avec une imprimante 3D. Notre spectrohéliographe est actuellement en construction chez Philippe et il verra très bientôt ses premières lumières dans toutes les longueurs d'onde du spectre solaire : celles des filtres bien connus mais surtout celles pour lesquelles il n'existe même pas de filtres...

*A suivre dans un prochain numéro...*

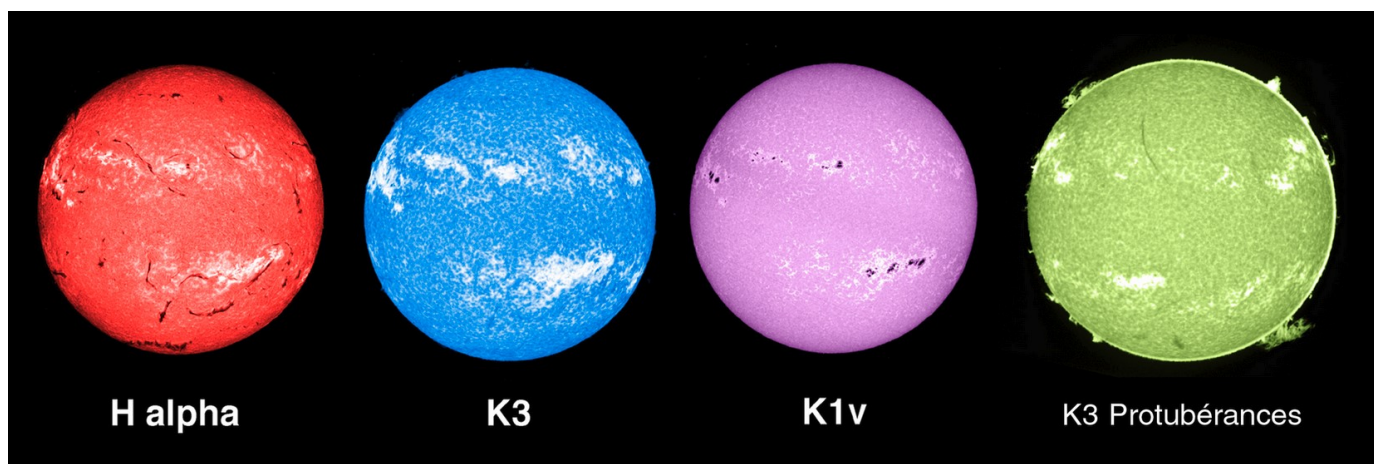
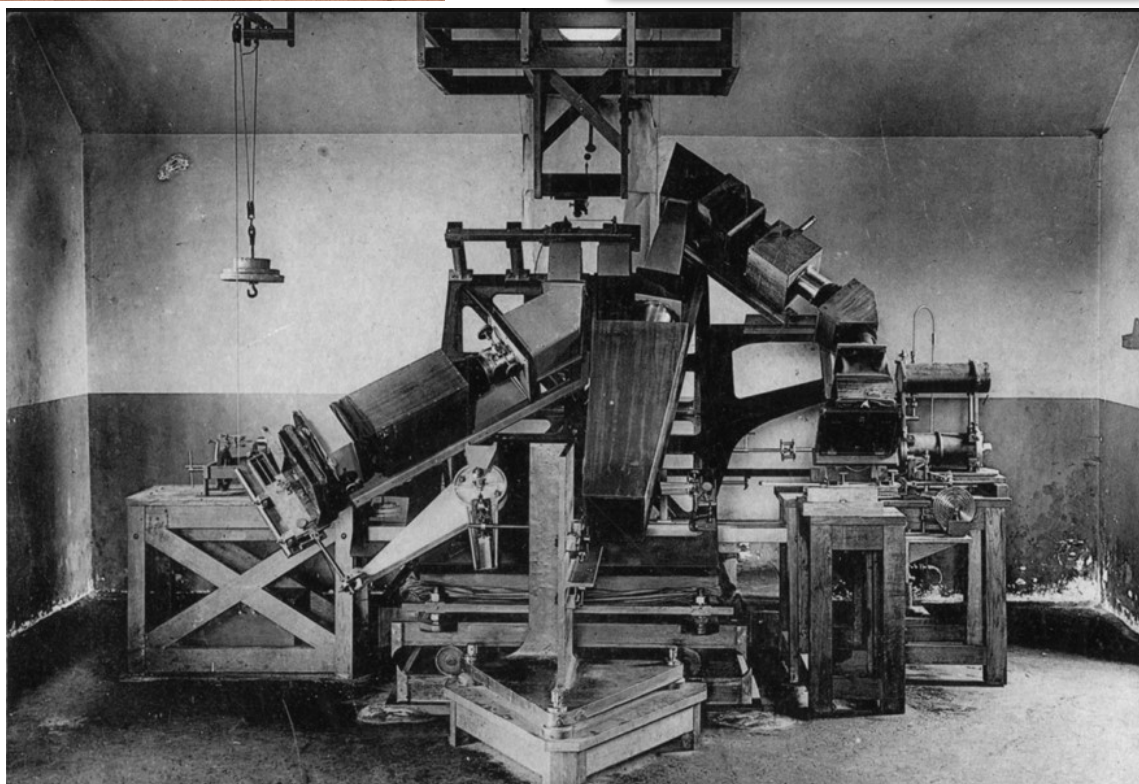


*Le Soleil en H $\alpha$ , à la manière d'un coronographe pour mettre en évidence les protubérances, Lionel*



*Sol'Ex, spectrohéliographe du club en cours d'assemblage chez Philippe*

*spectrohéliographe de l'observatoire de Meudon*



*Spectrohéliogrammes du Soleil obtenus à Meudon dans différentes longueurs d'onde*



# Galerie

NGC3576

Geoffroy



*Geoffroy Ledoux*



NGC2392 Jean-Paul





# Galerie

NGC4258

Nicolas



M42

Paul-Henri



**Albireo78**  
saison 2021-2022

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

1st - LOCAL WINNER



ASTROPHOTOGRAPHY AWARDS  
(Le prix du public, France 🇫🇷)

albreo78.com

2 réunions par mois

**Des présentations**

Des actus astro  
Des exposés

**Des ateliers astro**

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

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



64 membres

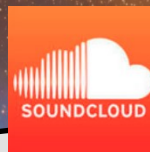


**Observations**

Gratuites et pour tous :  
Emancé / Mesnil St Denis

**Newsletter**

181 abonnés



**« En route vers les étoiles »**

Notre émission radio  
17 saisons, 176 émissions,  
685 chroniques scientifiques

**Soundcloud**

282 abonnés



**SADR**

Notre observatoire en remote  
www.sadr.fr

**DSO**

Deep Sky Objects  
Browser

6th Place



ASTROPHOTOGRAPHY AWARDS  
(Audience Awards, All Europe 🇪🇺)

albreo78.com



**L'Albireoscope**

46 abonnés