

Numéro 92

www.albireo78.com

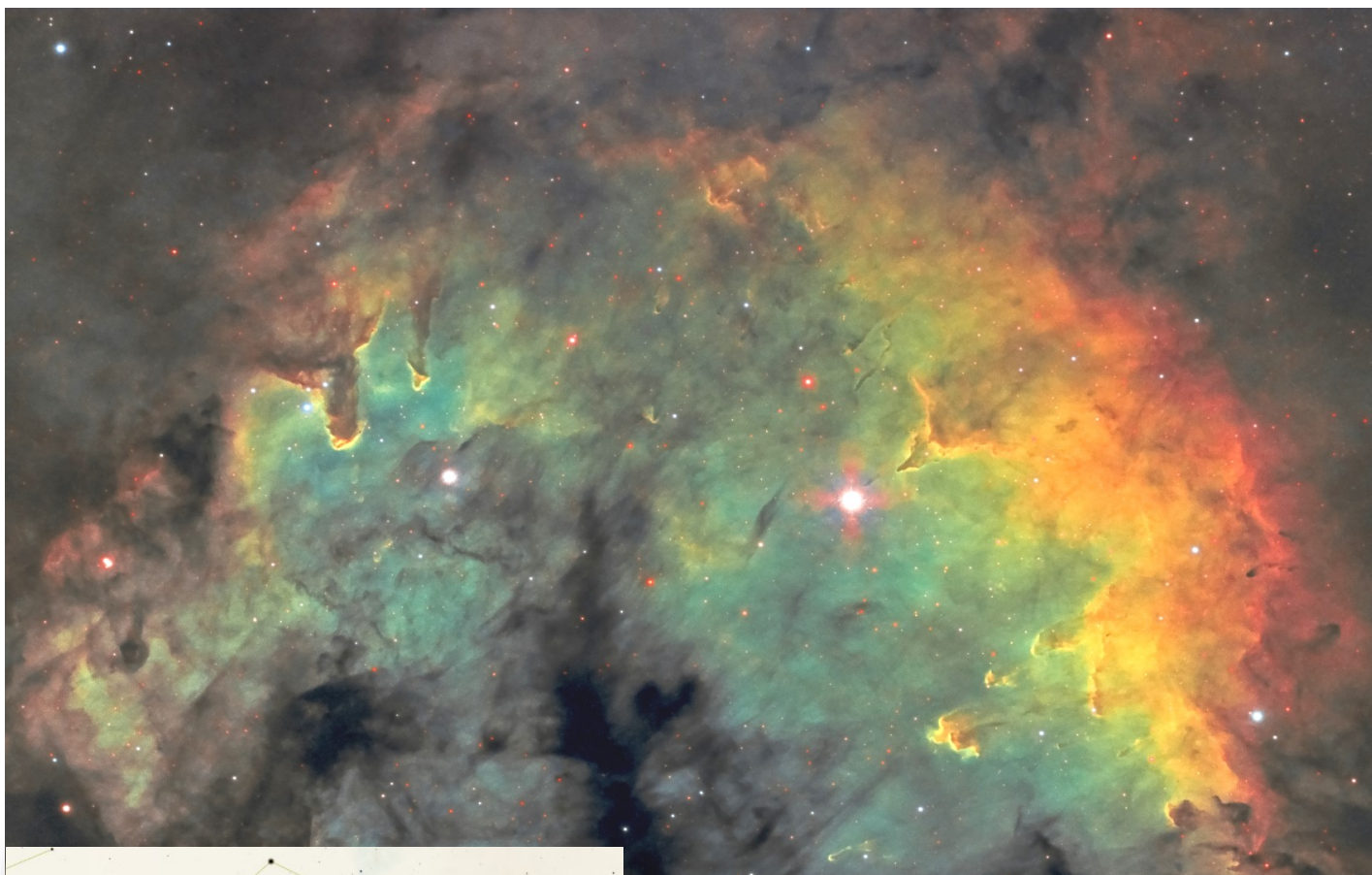
*Albireó*⁷⁸

octobre - novembre 2020

L'ALBIREOSCOPE

*Launch America
Monture iopton AZ Mount Pro*

*Julien
Jean-Paul
Sadr*



NGC 7822,

Constellation : Céphée

Instrument : lunette Takahashi 120

Capteur : QHY163M

Image : Ha 130x300, OIII 114x300, SII 103x300

Total : 30 h

Date : 1^{er} octobre

Julien et Jean-Paul

NGC7822 est une nébuleuse située à environ 3 000 al de la Terre. D'une étendue de quelques dizaines d'années-lumière, la région est éclairée par l'une des étoiles les plus chaudes à proximité du système solaire. Il s'agit d'un système binaire dont l'une des composantes est une étoile de type O5V qui a une température de surface de 45 000 °C et dont la luminosité équivaut à 100 000 fois celle du Soleil.

Sommaire

4



launch America

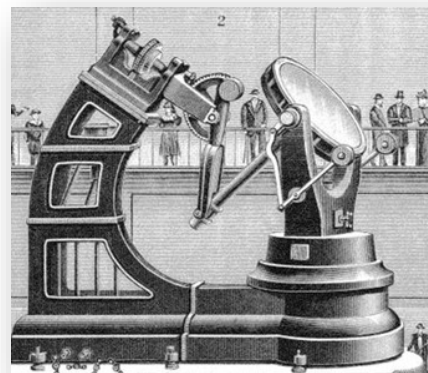
Michel

Avec la capsule Crew Dragon de SpaceX, les Américains ont à nouveau un accès à l'espace.

38

C'est arrivé ce jour-là...

Des événements en relation avec le monde de l'astronomie qui se sont déroulés en novembre 2000, 1900, etc...



44

Test matériel

Fabien



La monture de voyage IOptron, AZ Mount Pro...

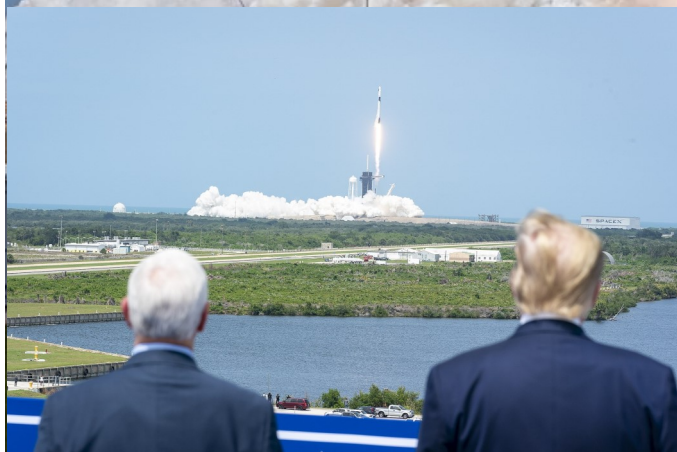
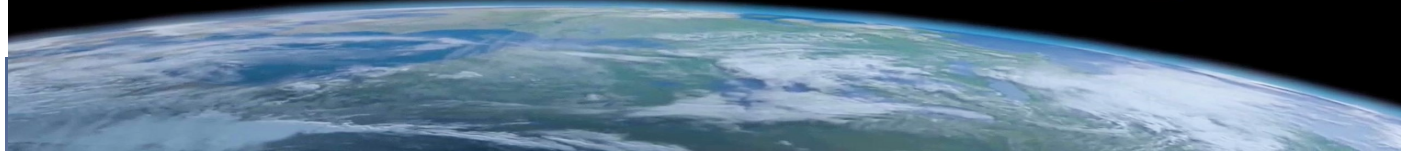
50

Galerie photos

Les photos les plus récentes de nos membres...



LAUNCH AMERICA



30 mai 2020 : Mike Pence et Donald Trump regardent le lancement de la fusée Falcon 9 de SpaceX avec sa capsule Crew Dragon, où Robert Behnken et Douglas Hurley vivent un moment historique de l'Histoire de l'Astronautique.

**L'Amérique redresse la tête :
deux Américains s'envolent enfin du sol américain
vers la Station Spatiale Internationale.**

Lors d'une interview accordée en 2004 à CNN, le PDG de SpaceX, Elon Musk, discutait de ses ambitions de s'associer à la NASA et d'envoyer un jour des gens dans l'espace. « *Je pense que ce que nous faisons est essentiel pour l'avenir de la NASA* ».

Fin mai 2020, près de 16 ans plus tard, SpaceX, fondée par Elon Musk en 2002, a fait exactement cela. Le samedi après-midi du 30 mai 2020, SpaceX et la NASA sont entrés dans l'histoire en lançant, de la côte de Floride, deux astronautes sur l'orbite terrestre : Doug et Bob, deux colonels de l'US Air Force qui se connaissent bien.



Douglas Hurley

Douglas Hurley (Doug), né le 21 oct. 1966 à Endicott, New York, a volé deux fois dans l'espace en tant que pilote sur la navette spatiale durant les missions STS-127 et 135. Il a été aussi ingénieur de vol de la station spatiale lors de l'expédition 63.



Robert Behnken

Robert Behnken (Bob), né le 28 juillet 1970 dans le Missouri, a volé aussi sur deux missions de la navette spatiale (STS-123 et 130) et faisait partie également de l'expédition 63 sur l'ISS comme ingénieur de vol. Tous les deux se sont bien entraînés à la maîtrise des commandes de la capsule Crew Dragon de SpaceX, quelque chose de tout nouveau avec des écrans tactiles et très peu de manettes. La navette spatiale a été retirée du service en 2011, avec la mission STS-135 de la navette Atlantis qui s'est posée le 21 juillet 2011, une mission exceptionnellement validée alors que la fin théorique programmée du American Space Shuttle Program était la mission STS-134 avec Endeavor, qui se posait aussi pour la dernière fois en juin 2011.



Ecrans tactiles pour conduire la capsule Crew Dragon...

Les astronautes sont rentrés sains et saufs dans la capsule Crew Dragon (baptisée Endeavor au cours du voyage) le 2 août 2020 ; et une fois de plus, les employés de la NASA et de SpaceX ont applaudi ensemble, célébrant cette réalisation bien coordonnée. Ce moment de solidarité, cependant, est venu après des années de luttes intestines, de discussions politiques et de méfiance mutuelle, selon des employés actuels et anciens de la NASA et de SpaceX. Elon Musk, qui a gagné des millions en tant que cofondateur de PayPal, a fondé SpaceX en 2002 dans le but déclaré d'envoyer des humains vivre sur Mars. Lorsque la startup a commencé à travailler avec la NASA, elle ne comptait



Elon Musk en 2004

que quelques dizaines d'ingénieurs et était principalement connue par les affirmations audacieuses de Musk, et pour avoir fait exploser ses premiers prototypes de fusées. L'agence spatiale NASA, qui tiraient les leçons des tragédies passées qui ont coûté la vie aux astronautes, considérait les gens de SpaceX comme des exaltés imprudents.



Elon Musk regarde le décollage d'une fusée SpaceX dans l'île d'Omelek (Republic of Marshall Islands)

Les astronautes qui ont été lancés dans l'espace lors de la mission du 30 mai 2020 partaient vers la Station Spatiale Internationale. Mais il y a près de deux décennies, Musk voulait aider la NASA à aller encore plus loin : « *Je pense que fondamentalement, la façon dont nous aidons la NASA est de réduire le coût d'accès à l'espace, ce qui nous permet de faire des choses plus intéressantes pour un budget donné ... Si nous devons aller sur la lune, si nous devons aller sur Mars, qui est l'objectif déclaré ... il n'y a aucun moyen d'y arriver avec le budget actuel de la NASA à moins qu'il y ait des améliorations spectaculaires des coûts. Donc je pense qu'une entreprise comme SpaceX est vraiment vitale pour la NASA, et sa mission* ». Au cours de l'interview de 2004, Musk déclarait aussi qu'il envisageait une demande croissante d'envoi de satellites et de marchandises dans l'espace, et imaginait également que l'activité spatiale allait se développer dans de nouvelles catégories comme le tourisme spatial ou l'aventure spatiale : « *Cela, je pense, est susceptible d'être le plus gros moteur* ».



Omelek Island, contrôlée par l'U.S. Army, partie du Ronald Reagan Ballistic Missile Defense Test Site.

Elon Musk (en 2004) : « *Je pense que nous commençons à voir l'aube d'une nouvelle ère de l'exploration spatiale - une ère qui est dirigée par des sociétés commerciales autant, sinon plus, que par le gouvernement* ».

« *La perception dominante était : ce sont des cow-boys, ils sont dangereux... ils vont tuer quelqu'un* », a déclaré l'ancien astronaute de la NASA Garrett Reisman, un vétéran de deux missions de la navette spatiale qui a rejoint SpaceX en 2011 en tant qu'ingénieur principal, travaillant sur le développement de Crew Dragon.

Garrett Reisman
Dir. des opérations
de SpaceX

Même après que SpaceX ait commencé à prouver ses talents d'ingénierie et obtenu des contrats de plusieurs milliards

de dollars de la NASA, les divisions culturelles ont maintenu des tensions dans les coulisses. La NASA a signalé à plusieurs reprises qu'elle était plus confiante en son ancien partenaire, Boeing (BA), qui développait le Starliner, un vaisseau spatial pour rivaliser avec le Crew Dragon de SpaceX.

Pas plus tard qu'en 2016, la NASA planifiait son calendrier autour de l'idée que le Starliner battraient le Crew Dragon jusqu'à la rampe de lancement. Et, pas plus tard qu'en septembre dernier, le chef de la NASA Jim Bridenstine et Elon Musk se disputaient publiquement car SpaceX ne semblait pas accorder une attention adéquate au développement du vaisseau spatial. Mais la dispute s'est bien terminée :



Jim Bridenstine (Nasa) et Elon Musk (SpaceX) se reconcilient...

Cependant, en fin d'année 2019, la course de Boeing et SpaceX vers la rampe de lancement a pris un virage clair. Un vol d'essai du Starliner CST-100 en décembre a été criblé de faux pas et a laissé les responsables de la NASA et de Boeing se démener pour comprendre ce qui n'allait pas, alors que peu de temps après, le Crew Dragon de SpaceX franchissait ses dernières étapes de test et, au milieu d'une pandémie, se préparait rapidement au couronnement de son lancement.

Les responsables de la NASA ont admis qu'ils avaient tourné un œil plus scrutateur vers SpaceX et ses méthodes peu orthodoxes, tandis que les problèmes avec le Starliner de Boeing passaient entre les mailles du filet. Voir la NASA intensifier ses efforts et dire : « *Nous aurions dû faire plus confiance à SpaceX* », cela aurait été de la pure science-fiction il y a 8 ans, a déclaré Reisman. Des gens farfelus faisant des choses farfelues ? Il semble que non.

Tout au long de son histoire, la NASA a travaillé avec des entrepreneurs aérospatiaux pour aider à concevoir, développer, construire et tester de nouveaux vaisseaux spatiaux. Boeing et les entreprises avec lesquelles il a fusionné, par exemple, ont travaillé aux côtés de l'agence spatiale sur tous les programmes de vols spatiaux depuis le lancement du projet Mercury dans les années 1950. Mais le programme COTS (Commercial Orbital Transportation Service) a marqué un plan entièrement nouveau. La NASA a prêté son expertise et sa supervision, mais les entreprises ont obtenu des contrats à prix fixe. Si les coûts étaient élevés, les entrepreneurs devaient trouver plus d'argent ailleurs ou contourner le problème. SpaceX a fini par dépenser environ 545 millions de dollars de son propre argent - en plus du fonds COTS de 475 millions de dollars de la NASA - pour construire le premier vaisseau spatial Dragon, un véhicule conçu uniquement pour transporter des marchandises. Pour réduire les coûts, SpaceX a voulu sauter certains tests au sol. Au lieu de coller un vaisseau spatial dans une succession de chambres de test, comme cela est l'habitude, la société voulait accepter un peu de

risque supplémentaire et mettre tout de suite une capsule de transport Dragon sur la rampe de lancement.

« *Le premier vol pouvait servir de gros test du système* », a déclaré le président de SpaceX, Gwynne Shotwell. « *Le plus grand défi, je pense, que nous avons eu dans l'exécution de ceci a été de convaincre la NASA, qu'à chaque étape du chemin, que même si nous faisons les affaires très différemment, nous allons bien faire les choses* ».

Shotwell a déclaré que les ingénieurs de SpaceX utilisaient également C++, un langage de programmation informatique moderne adoré dans la Silicon Valley, tandis que la NASA était habituée à travailler avec ses propres langages, spécifiques à l'aérospatiale, tels que HAL / S. Les deux parties se sont habituées à de longues et « douloureuses » réunions pour parvenir à des accords, a déclaré Shotwell. La NASA préférait des approches lentes et méthodiques et une documentation détaillée pour organiser le processus.

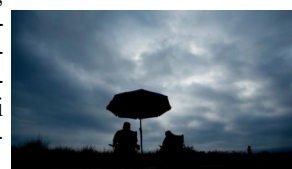
La stratégie de SpaceX était d'aller vite et d'apporter des changements en permanence. Mais tout le monde à la NASA n'a pas été découragé. « *Ils fabriquaient des choses en un mois qui auraient pris un an à la NASA* » a déclaré Reisman, l'ancien astronaute de la NASA. Il a observé les progrès de l'entreprise tout en préparant sa deuxième mission de navette spatiale. « *Nous étions juste étonnés* ». Après la fin de sa mission sur STS-132, Reisman a quitté la NASA pour rejoindre la startup.

Un an plus tard, en 2012, le premier véhicule cargo SpaceX Dragon s'est accroché en toute sécurité à la Station Spatiale Internationale après avoir été lancé au sommet de sa nouvelle fusée Falcon 9. SpaceX est devenu impossible à ignorer. Et le succès du vaisseau spatial Dragon, qui effectue toujours des missions de fret de routine vers l'ISS, a permis un mouvement de promotion de la commercialisation au sein de la NASA et de faire avancer un plan permettant à SpaceX et à d'autres entreprises privées de prendre également en charge le transport des astronautes.

Ainsi, la NASA, avec son programme des vols commerciaux (**Commercial Crew Program**), avait finalement retenu deux candidats à placer sur les starting blocks : Boeing, un collaborateur de longue date qui a fait ses preuves, et un outsider : SpaceX. Et le grand gagnant de l'histoire, c'est celui qu'on attendait le moins, le petit dernier qui a commencé à faire exploser ses prototypes de fusée à partir de 2002 : SpaceX.

Mais revenons donc un peu sur cette fin du mois de mai 2020. Tout d'abord, le 27, nous avons tous espéré le décollage de la Falcon 9, mais on le voyait : le ciel restait toujours bien menaçant. Les fans de l'espace ont été déçus ce mercredi lorsque la première tentative a été annulée, quelques minutes avant l'heure prévue, en raison de la météo. Les Américains ont attendu près d'une décennie pour cette étape importante, qui devait marquer le retour des vols spatiaux habités sur le sol américain. SpaceX avait retenu plusieurs créneaux pour ce décollage historique.

Le prochain lancement était prévu pour le samedi 30 mai, à 15 h 22 Eastern Time, soit 19h22 UTC, mais le décollage ou non de la fusée dépendrait probablement des prévisions météorologiques... encore une fois. Samedi matin, la 45^{ème} Escadre Spatiale, une branche de l'armée américaine qui supervise tous les lancements de fusées sur la côte Est, prédit environ 50 % de chance que le temps soit suffisamment bon pour un lancement



Partira ? Partira pas ?

samedi. Et les chances sont légèrement meilleures, environ 60 %, pour la prochaine opportunité de décollage le dimanche 31 mai à 15h00 E.T.. SpaceX avait également demandé le mardi 2 juin comme date de report supplémentaire à la NASA si la météo obligeait les deux lancements du week-end à être abandonnés. C'est la saison des ouragans en Floride, et cela signifie que les responsables du lancement doivent faire face à des conditions météorologiques souvent sévères et extrêmement inconstantes. Après avoir subi plusieurs orages et un avertissement de tornade mercredi, le ciel a commencé à s'éclaircir juste à l'heure du décollage. Mais, finalement, les nuages inquiétants et le risque de foudre étaient trop élevés pour permettre au lancement de se poursuivre. Même si le report de quelques dizaines de minutes semblait possible, ce n'était pas envisageable pour cette mission, car les astronautes se dirigent vers l'espace pour un rendez-vous avec la Station Spatiale Internationale, qui orbite à environ 400 km au-dessus de la Terre et parcourt plus de 27 000 km par heure. Cela signifie que le vaisseau spatial doit respecter un calendrier de lancement extrêmement précis pour la rejoindre. Les plans de la NASA et de SpaceX peuvent donc changer en fonction de l'évolution des prévisions météorologiques. La 45^{ème} Escadre Spatiale doit surveiller les conditions à la fois sur la rampe de lancement, et sur une large étendue de l'océan Atlantique. Si la fusée échoue et que la capsule Crew Dragon de SpaceX doit utiliser son système de secours d'urgence pour larguer les astronautes en sécurité, ils atterriront dans l'océan. Et cela signifie que les responsables doivent veiller à ce que l'atterrissage ne soit pas rendu plus dangereux par une tempête ou des vagues violentes ; il faut donc scruter une vaste étendue de l'océan jusqu'à la côte irlandaise. L'équipe utilise également toutes sortes d'instruments, y compris des radars et des ballons météorologiques, pour s'assurer que la fusée va s'élever tout en douceur dans la haute atmosphère.

Un autre problème auquel le centre de la Floride est confronté est de contrôler les foules au milieu de la pandémie de Covid-19. Lors de la première tentative de lancement de SpaceX mercredi, les médias locaux ont rapporté que les specta-



30 mai 2020, Titusville, Floride : la foule s'est amassée pour regarder le décollage historique de Crew Dragon sur la Falcon 9.

teurs encombraient les sites de visionnage public, alors même qu'une série d'orages traversait la région. Le complexe des visiteurs du Kennedy Space Center, qui n'avait vendu aucun billet pour le lancement de mercredi, a officiellement rouvert jeudi. Le site Web du centre indiquait que le centre des visiteurs n'accueillerait qu'un nombre limité de personnes pour le lancement et nécessiterait le port du masque et des contrôles de température pour tous les invités. Les bil-

lets pour la tentative de lancement de SpaceX samedi ont été rapidement épuisés.

Pourquoi ce lancement est-il si important ?

Les enjeux n'ont jamais été aussi élevés pour SpaceX d'Elon Musk. Cela marquera la première fois dans l'histoire qu'une société aérospatiale commerciale transporte des humains sur une orbite terrestre. Les États-Unis n'ont pas lancé leurs propres astronautes dans l'espace depuis la fin du programme de la navette spatiale en 2011. Depuis, les astronautes de la NASA ont dû se rendre en Russie et s'entraîner sur le vaisseau spatial Soyouz. Ces sièges ont coûté à la NASA jusqu'à 86 millions de dollars chacun.

Mais l'agence spatiale a choisi de ne pas créer son propre remplaçant pour la navette. Au lieu de cela, l'agence a demandé au secteur privé de développer un vaisseau spatial capable de transporter en toute sécurité des astronautes vers, et depuis, la Station Spatiale Internationale - une décision controversée étant donné que la NASA n'avait jamais auparavant externalisé le développement d'un vaisseau spatial pour le transport humain.

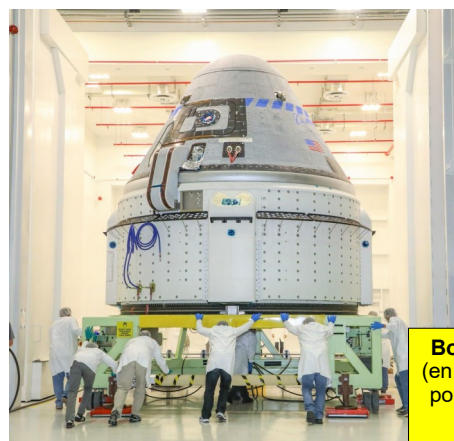
L'idée était que les entreprises commerciales pouvaient réduire les coûts et stimuler l'innovation, et que la NASA aurait alors plus de temps et de ressources pour se concentrer sur l'exploration plus profonde du système solaire, avec la fusée géante SLS et la capsule Orion.

En 2014, la NASA a attribué deux contrats : 4,2 milliards de dollars à Boeing pour la construction de son véhicule Starliner et 2,6 milliards de dollars à SpaceX, qui prévoyait de créer une version « équipage » du vaisseau spatial Dragon, lequel volait déjà pour emmener du fret à destination et en provenance de la Station Spatiale Internationale.

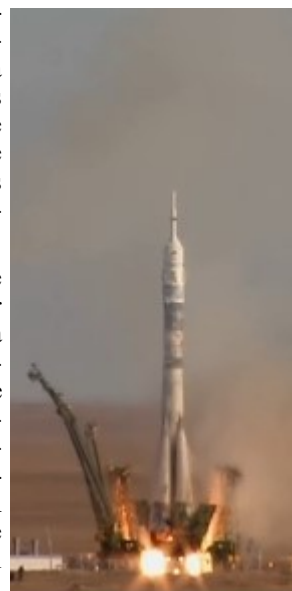
Nota : la NASA avait déjà investi dans le développement par SpaceX du vaisseau spatial Dragon utilisé pour le transport de marchandises. L'agence spatiale a déclaré que Boeing avait reçu plus d'argent parce qu'il concevait le Starliner à partir de zéro.

Boeing a récemment subi un revers important lorsque sa capsule Starliner a mal fonctionné lors du vol d'essai sans équipage. Mais si SpaceX mène à bien la mission, ce sera une victoire majeure

pour la NASA, qui a fait pression pour davantage de partenariats commerciaux, et sans oublier que celle-ci n'aura plus à demander à la Russie pour aller faire un tour dans l'ISS.



Boeing CST-100 Starliner (en préparation en nov. 2019 pour son premier vol orbital vers l'ISS)



Décollage de Soyouz

Était-il sécuritaire de lancer pendant la pandémie ?

Elon Musk, PDG de SpaceX, a fait face à de vives critiques pour ses commentaires en ligne sur le coronavirus. Il a exprimé à plusieurs reprises sa conviction que la réponse des États-Unis au coronavirus est exagérée et il a partagé des informations erronées sur sa menace. Mais selon la NASA, il est à la fois nécessaire et sûr d'aller de l'avant avec cette mission particulière. L'agence spatiale doit garder la Station Spatiale Internationale (un laboratoire en orbite) avec des astronautes américains pour que les opérations se déroulent sans heurts.

L'administrateur de la NASA, Jim Bridenstine, et Gwynne Shotwell de SpaceX, ont précédemment imploré le public de suivre le lancement à la télévision afin d'empêcher que ces nombreux spectateurs puissent déclencher un nouveau foyer épidémique de Covid 19, mais il est difficile de raisonner une foule enthousiaste...

Les astronautes de cette mission SpaceX ont été mis en quarantaine stricte ensemble, et des précautions supplémentaires sont prises pour que tout reste propre, a déclaré la NASA.

Les responsables du lancement et les contrôleurs de mission doivent se réunir et travailler ensemble pour s'occuper du lancement, mais des mesures de sécurité supplémentaires, telles que changer les salles de contrôle lorsqu'un nouveau quart de travail commence afin que l'autre pièce puisse être nettoyée en profondeur, ont été mises en place.

La fusée décollera du Pad 39A qui est un site historique du centre spatial Kennedy de la NASA dans le comté de Brevard, en Floride. La plate-forme 39A a été le point de départ de missions remontant à l'ère Apollo, y compris le premier atterrissage sur la lune en 1969. SpaceX loue actuellement le pas de tir à la NASA.

La mission « Crew - Demo 2 »

Revenons donc un peu plus en détail sur le déroulement de cette journée du samedi 30 septembre qui va mener deux astronautes vétérans : Robert Behnken, 49 ans, et Douglas Hurley, 53 ans vers la Station Spatiale Internationale au cours d'un voyage qui va durer presque 20 heures, sans compter le temps de préparation...

Bob et Doug travaillent pour la NASA, mais ils ont travaillé en étroite collaboration avec SpaceX et ont été formés pour piloter la capsule Crew Dragon, qui ne deviendra que la cinquième conception de vaisseau spatial (après les véhicules Mercury, Gemini, Apollo et Space Shuttle), et que la NASA veut certifier « sans risque » pour les humains. Behnken et Hurley ont tous deux commencé leur carrière en tant que pilotes d'essai militaires et ont passé des centaines d'heures à piloter des jets supersoniques.

La capsule Crew Dragon est entièrement autonome, de sorte que les astronautes devront principalement surveiller les systèmes et rester en contact avec les contrôleurs de la mission à moins que quelque chose ne tourne mal. Les astronautes passeront un peu plus de 19 heures à bord du vaisseau spatial avant d'arriver à la Station Spatiale Internationale. Et oui, le Crew Dragon a des toilettes - juste au cas où. Les détails sur son fonctionnement n'ont pas été publiés. Mais un astronaute qui a travaillé sur le programme Crew Dragon a déclaré qu'il avait vu la conception et que les logements étaient parfaitement adéquats pour cette tâche.

La Station Spatiale Internationale est en orbite autour de la Terre depuis deux décennies. Les États-Unis et la Russie sont

les principaux opérateurs de la station, mais 240 astronautes de 19 pays s'y sont rendus au fil des ans, comme Thomas Pesquet, notre jeune astronaute français, qui devrait y retourner au printemps prochain, avec SpaceX d'ailleurs.

Ainsi, des milliers d'expériences scientifiques sont menées en microgravité. La recherche a tout compris, de la façon dont le corps humain réagit à la présence dans l'espace jusqu'au développement de nouveaux médicaments, la propagation des flammes, la culture des salades etc..

En règle générale, environ six personnes restent dans la Station Spatiale Internationale. Mais lors du vol SpaceX, il n'y avait que trois personnes à bord de l'ISS : Christopher Cassidy de la NASA et les Russes Anatoli Ivanishin et Ivan Vagner.



De gauche à droite : Christopher Cassidy de la NASA , et les Russes Anatoli Ivanishin et Ivan Vagner

Et samedi 30 mai, 3h20 p.m. Eastern Time, c'est le départ :



...5...4...3...2...1...0... Ignition and Liftoff !



Mais avant ce départ grandiose de la fusée, les astronautes étaient dans le bâtiment Neil Armstrong du NASA Space Center réservé aux équipages pour se préparer...

On voit ici Doug Hurley avec la technicienne qui s'occupe de la mise en place des scaphandres de protection des astronautes. Scaphandre est un terme qui n'est peut-être plus de mise : un costume spatial quasiment issu de la « haute couture » de chez SpaceX.



Taillé sur mesure, il s'adapte parfaitement au corps de l'astronaute alors que les scaphandres de l'ère Apollo sont réalisés comme l'assemblage d'un puzzle d'éléments standards à sélectionner selon les dimensions des bras et des jambes etc.. De plus, ce costume est plus souple et léger que celui de la NASA. Le casque à visière a été imprimé en 3D, bien adapté à la morphologie de la personne aussi. En fait, aujourd'hui, on peut déjà préparer son équipement pour faire le voyage vers Mars en étant son propre « space designer ». Côté Boeing, le costume est aussi spécifique, mais, somme toute moins futuriste, et fait plus « bleu de travail ».



Les astronautes sont presque prêts...



Elon Musk, et Jim Bridenstine saluent et encouragent les astronautes.

Ces costumes de SpaceX protègent, pendant le voyage, d'une avarie dans le système de pressurisation de la cabine ; ils sont alimentés en air frais via un cordon « ombilical » dont la prise est au niveau de la jambe ; d'ailleurs, les astronautes ne peu-

vent pas rester longtemps sans apport d'air frais sous peine d'avoir trop chaud.

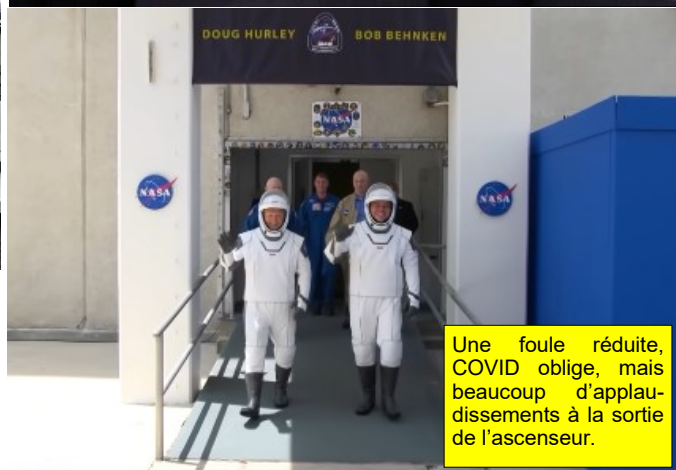


Jim Bridenstine, administrateur de la Nasa, accompagné de son adjoint James Morhard ont discuté avec Doug et Bob et se sont félicités du superbe travail réalisé par SpaceX.

Mais, rien de tel qu'un « selfie » pour graver l'Histoire...



Doug et Bob vont ensuite quitter le quartier des équipages pour prendre l'ascenseur, orné d'une bannière qui comporte la signature de toutes les personnes qui ont participé à cette mission.



Une foule réduite, COVID oblige, mais beaucoup d'applaudissements à la sortie de l'ascenseur.



Ce sont surtout les familles des astronautes qui sont présentes pour un dernier au revoir. La pandémie COVID en cours n'avait pas autorisé les regroupements familiaux avant le grand départ.

Passage devant le hangar SpaceX où a été fait l'intégration de la fusée et de la capsule Crew Dragon qui va décoller bientôt :



Plan de situation du hangar de SpaceX :



par rapport au pas de tir où se trouve la fusée Falcon-9

Voilà qui donne une idée de l'échelle des choses : de toute petites voitures qui se dirigent vers une GRANDE fusée.



Avant de grimper là haut :

un dernier coup d'œil sur le lanceur de 67 mètres de hauteur (avant la capsule)...

Manquerait pas une vis ?



Et c'est dans une Tesla, voiture électrique d'Elon Musk, que



nos astronautes vont monter pour se rendre au pas de tir ; en fait, une voiture un peu modifiée pour permettre la réfrigération du costume spatial, et assurer le confort des astronautes en branchant le « cordon ombilical » au costume durant le trajet, au niveau de la jambe (cf. photo de droite).

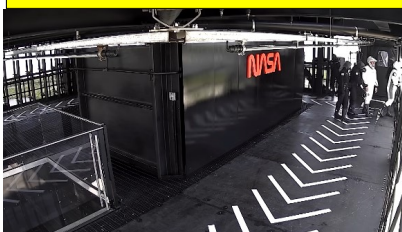
Et le convoi se dirige vers le pas de tir 39-A où se dresse la fusée Falcon-9.



Pour Bob et Doug, il s'agit maintenant de se rendre tout là haut par l'ascenseur, avec les équipes techniques qui vont assurer l'installation des astronautes puis la fermeture de la capsule Crew Dragon, et ensuite faire les vérifications techniques (étanchéité, énergie etc..).



Sortie de l'ascenseur, et ensuite quelques marches pour accéder à la capsule Crew Dragon par la passerelle d'accès de l'équipage (crew arm).



On s'arrête un peu pour admirer le panorama de là-haut (encore presque trois heures d'attente avant le décollage, sanglé sur un siège ergonomique, et devant des écrans tactiles).



Mais il faut y aller... les procédures à suivre pour assurer le lancement sont longues et la patience sera de rigueur.



Ils arrivent à la « salle blanche » située en bout du « bras équipage » qui donne accès à la capsule Crew Dragon. C'est le dernier endroit sur Terre où les astronautes seront debout avant le départ de la fusée.

Le décollage est prévu à 3:22 PM Eastern Time, en milieu d'après-midi, mais en soirée pour nous : 21 h 22. Il reste deux



Bob et Doug s'apprêtent à entrer dans la capsule pour une grande course vers la Station Spatiale Internationale.



Le bras équipage (crew arm) est un peu l'équivalent de la passerelle d'embarquement des aéroports, avant d'entrer dans un avion.

heures et 46 minutes avant le décollage et c'est le moment d'entrer, de prendre possession du siège, de placer la ceinture de sécurité et d'attacher le cordon ombilical de pressurisation du costume spatial ; les astronautes se chargent de cela mais les techniciens présents peuvent donner un coup de main.



Maintenant c'est l'attente... et le compte à rebours est bien lancé..



La fusée **FALCON 9 Block 5** est sur le **Pad 39-A**, avec Robert Behnken et Douglas Hurley dans la capsule Crew Dragon au sommet. Encore 16 minutes d'attente avant le départ. Cette fusée est à deux étages dont la zone peinte en noir (interstage) permet bien de distinguer cette configuration. C'est la 5ème version de la Falcon « Full Thrust » de SpaceX, avec 9 moteurs Merlin 1D (850 000 N de poussée par moteur) alimentés par du kérosène (grade fusée) et avec de l'oxygène liquide comme comburant. Le second étage comporte un moteur Merlin MVac. C'est l'oxygène liquide en trop plein d'évaporation qui fait ce panache caractéristique lors du remplissage du réservoir du 1er étage. Le remplissage des réservoirs du 2ème étage se terminera peu de temps avant le décollage. La hauteur classique de la fusée est de 70 mètres avec la coiffe qui recouvre la charge utile (ex : satellite). Cette fusée est l'équivalent de l'Ariane V ES, hormis le fait que le 1er étage est récupéré pour sa réutilisation ultérieure (au moins 10 fois). C'est la première fois que cette configuration est utilisée pour envoyer des astronautes dans l'espace après sa qualification par la NASA..




LAUNCH AMERICA

T- 00:04:22

Le départ est imminent, la météo reste favorable, tout est ok pour que Bob et Doug entrent dans l'Histoire...

Et c'est le décollage : la fusée s'élance avec force dans l'espace pour rejoindre la station spatiale qui orbite à environ 400 km au-dessus de nos têtes.

Go Nasa ! Go SpaceX !

Et les applaudissements crépitent dans les salles de contrôle et celles réservées aux invités.



En 16 secondes, elle grimpe à 400 mètres et atteint plus de 200 km/h.

La télémétrie du vol indique une propulsion nominale ; la fusée dépasse rapidement les 400 km/h en moins de 30 secondes de ce vol historique. Bob et Doug sont dans ce bolide.

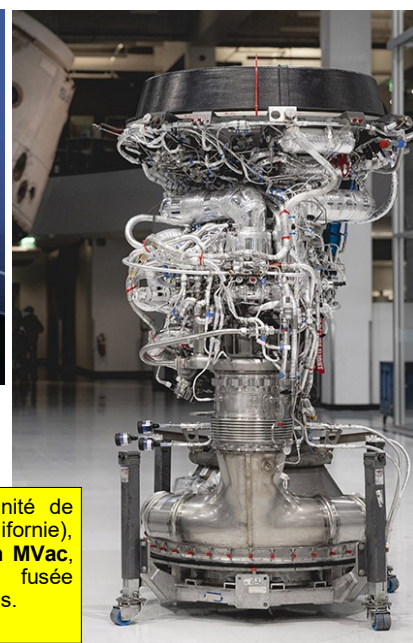
Tout est prêt pour la période de pression dynamique maximum que va supporter la fusée : c'est la période de forte accélération. La situation est nominale avec tous les systèmes ok, et au bout d'une minute, la fusée dépasse Mach 1 et le vol devient supersonique : la pression dynamique est la plus forte, et c'est le plus gros stress aérodynamique que la fusée doit supporter. Néanmoins, c'est encore une zone où la procédure d'abandon peut se réaliser.



A noter que Bob et Doug supportent à peu près 2,3 g au moment où la vitesse atteint 2440 km/h (à t + 01:40), et la fusée est déjà à une altitude de 24,7 km.

Le premier étage va bientôt terminer sa tâche et ce sera la séparation et la mise en route du moteur du second étage après 2 minutes et 44 secondes de vol : un moteur Merlin MVac (vacuum) fabriqué aussi par SpaceX mais qui a une buse fixe, contrairement aux neuf Merlin 1D du 1er étage.

SpaceX exposait, dans son unité de production de Hawthorne (Californie), son 100^{ème} exemplaire du **Merlin MVac**, moteur du second étage de la fusée Falcon 9, avant son test au Texas.





La fusée poursuit son ascension : elle est à 39,5 km d'altitude et file à un peu plus de 3 700 km/h. Bientôt les 9 moteurs du 1er étage vont être arrêtés, puis ce sera la séparation d'avec le second étage, et l'allumage de l'unique moteur MVac du second étage ; tous ces moteurs fonctionnent

avec du carburant hydrocarboné (kérosène) qui a le meilleur rapport poussée/poids jamais réalisé. Un seul arbre de transmission pour la pompe à oxygène liquide, la pompe kérosène et la turbine, et le moteur utilise un cycle générateur de gaz au lieu d'un cycle plus complexe de combustion étagée. La buse et la chambre de poussée refroidies par régénération utilisent un revêtement en alliage de cuivre fraisé qui permet une grande marge de flux thermique. Chaque moteur du 1er étage est isolé des autres par une enveloppe métallique de protection en cas d'anomalie. Le MVac du 2ème étage a une buse fixe, non déployable, contrairement aux moteurs du 1er étage. Le nombre important de moteurs pour une fusée (jusque 28 pour la Falcon Heavy) permet d'obtenir rapidement des données de qualité de la production, garantes de fiabilité.

t + 02:17
5 116 km/h
Alt. = 55,8 km
Passage à mi-régime des moteurs du 1er étage.



On se prépare à la séparation du 1er étage de la fusée qui va par la suite faire sa rentrée atmosphérique pour être récupéré sur la plateforme flottante de SpaceX. A deux minutes et 37 secondes du départ, la séparation est déclenchée ; la fusée est à 82 km d'altitude et file à plus de 6 700 km/h.



t + 02:44 6 659 km/h Altitude = 87 km
Le 1er étage redescend vers la Terre, et le moteur MVac va prendre le relais pour conduire les astronautes vers l'ISS.

La foule spectatrice applaudit... Le MVac est allumé, le voyage continue ; les astronautes doivent se sentir mieux. Le moteur devra fournir sa poussée pendant 8 minutes environ.

Voilà, la capsule Crew Dragon est déjà bien haute dans le ciel et file à toute allure pour son rendez-vous (un « rendezvous » aussi en américain) avec la Station Spatiale Internationale. Le second étage assure la mise en orbite basse de façon à rattraper progressivement l'ISS et c'est ce que Boeing a raté lors de son essai (sans équipage) avec son Starliner CST-100. Nous allons en parler après. L'ISS a sa trajectoire à elle, et pour s'y raccrocher, il va



falloir un peu de patience car ça ne se fait pas aussi simplement qu'on pourrait le penser.

Entre temps, le premier étage est redescendu ; il est arrivé à bon port sur la plateforme en mer prévue pour sa récupération. On applaudit ! Nous sommes à neuf minutes et quelques du décollage



Le premier étage de la Falcon 9 est revenu sur terre... sur mer, sur la plateforme du drone « Of course I still love you ». L'allumage des moteurs lors de la rentrée dure environ 36 secondes. Un succès pour la Falcon 9 qui a embarqué pour la première fois un équipage.

de la fusée avec sa capsule Crew Dragon, qui file maintenant à 27 010 km/h, à 198 km d'altitude, vers son orbite cible.

Bob et Doug, impassibles, scrutent les écrans qui sont descendus du haut de la capsule après qu'ils se soient installés dans leurs sièges avec les ceintures de sécurité. Quelques actions tactiles de temps en temps pour contrôler la télémétrie, et des communications régulières avec les contrôleurs au sol via le réseau mondial de communication de la NASA dont nous avons parlé dans les numéros précédents d'Albiréoscope. C'est d'ailleurs la station des Bermudes qui, sous peu, va prendre le relais. Le moteur du second étage a bien travaillé et va s'arrêter bientôt et, à ce moment, la cabine passera en apesanteur ; on s'en aperçoit car le jouet confié par les enfants des astronautes, passionnés par les dinosaures, flotte dans la capsule : c'est Tremor, un apatosaurus,



Salle de contrôle

Crew Dragon va bientôt se séparer du deuxième étage de la fusée et, seule, va filer à plus de 27 000 km/h à la poursuite de sa cible ; ses « thrusters » permettent à celle-ci de modifier sa trajectoire progressivement pour monter et rejoindre l'ISS ; et ce sera parti pour 19 heures de voyage pendant lesquelles, Bob et Doug pourront prendre un peu de repos, et aussi



Le dinosaure flotte dans la cabine

s'alimenter. Avant cela, ils vont pouvoir se mettre à l'aise, et ôter le costume spatial pour profiter d'un peu de liberté et se déplacer dans la vaste cabine ; vaste en effet, comparée à la minuscule capsule Mercury que l'on voit ci-contre à côté du préparateur.

Et c'est la séparation de Crew Dragon...



Séparation... 12 minutes après le décollage : c'est officiel, Crew Dragon est sur la bonne voie pour rejoindre l'ISS.

SpaceX, par la voix de son ingénieur en chef responsable du Crew Dragon : « Bob, Doug, l'équipe complète dédiée au lancement vous remercie d'avoir volé sur Falcon 9 aujourd'hui. Nous espérons que vous appréciez la course et vous souhaitons une mission grandiose ».

Doug : « toutes mes félicitations à toute l'équipe du lancement pour la première course humaine sur Falcon 9, et tout ce dur travail réalisé, et merci pour ces grands tours de manège dans l'espace ... Je suis fier de vous, de toute l'équipe, merci beaucoup pour ce que vous avez fait pour les U.S. aujourd'hui en remettant l'Amérique en orbite basse à partir de la côte de Floride ».

Nous allons retrouver nos deux astronautes un peu plus tard... Il ont troqué les costumes spatiaux pour une tenue plus légère et c'est Doug qui va prendre la parole et s'adresser à tous ceux qui suivent cette course de Crew Dragon vers la Station Spatiale Internationale :

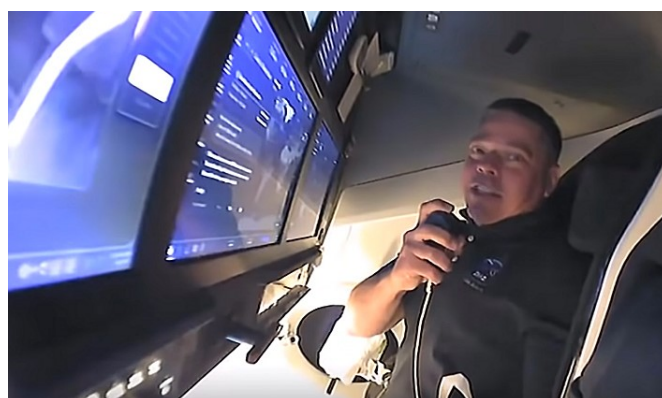


Doug : « Bien... bienvenue à tous à bord de Dragon. Mon nom est Doug, et à côté de moi, c'est Bob, vous le connaissez probablement. Nous sommes ravis d'être avec vous ce soir et de vous accueillir à bord de Dragon. Nous voulons parler de deux choses, avant de... euh... le premier.. euh une sorte de tradition. Nous avons eu au fil des ans, avec des vaisseaux spatiaux remontant à l'ère de Mercury, puis la tradition qui se perpétue depuis lors avec nos vaisseaux spatiaux, y compris le Soyouz... nous avons eu l'honneur de nommer cette cap-



Comparatif de taille des capsules spatiales actuelles avec celle du programme Apollo. A noter que deux modules peuvent accueillir les astronautes dans Soyouz, mais seul le module de rentrée permet de les redescendre sur Terre.

sule. Je sais que la plupart d'entre vous... et chez SpaceX la connaissent en particulier sous le nom de capsule 206... mais je pense que nous avons tous pensé que nous pourrions faire un peu mieux que cela. Alors sans plus tarder, nous vous souhaitons la bienvenue à bord de la capsule "Endeavor" (effort en français - Endeavour en anglais, comme le nom du voilier HMS Endeavour du 1er voyage du Capitaine Cook - 1768 à 1771). Nous choisissons Endeavor pour plusieurs raisons. En raison de cet effort incroyable réalisé par la NASA, SpaceX et les États-Unis, entrepris depuis la fin du programme de navette, en 2011. L'autre raison, de l'avoir nommée Endeavor, est un peu plus personnelle pour Bob et moi. Nous avons tous les deux eu nos premiers vols sur la navette Endeavor (STS 127 en 2009, et STS 123 en 2008), et cela signifiait tellement pour nous de porter ce nom que nous avons décidé de le choisir. Nous espérons que vous allez apprécier ce nom et une fois de plus... vous êtes les bienvenus à bord ! ». Et Doug passe le micro à Bob qui, en quittant son siège, va présenter un peu



l'intérieur de la capsule Endeavor ; Doug va le suivre avec sa caméra.

Bob : « Eh bien, bonne soirée à tous et bienvenue à bord. Le vaisseau SpaceX se dirige vers la station internationale. Aujourd'hui, nous avons effectué le premier vol en partance de la côte de la Floride, et l'avons suivie pendant un certain temps ; Doug et moi étions très fiers d'avoir eu l'occasion de faire partie de ce vol. Nous le faisons dans un tout nouveau vaisseau spatial, qui est très différent du véhicule de même



Ecrans tactiles et quelques boutons de commandes dessous...

nom qu'était la navette spatiale Endeavor ; il dispose d'écrans tactiles qui permettent d'accomplir la plupart des exigences d'interface que nous avons à faire ... nous avons

donc quelques boutons, mais l'interface principale, ce sont ces écrans si beaux, et le nouveau cockpit moderne que nous avons pour nous par rapport à notre ancienne navette spatiale ... Je vais m'éloigner un peu de mon siège ici, et Doug de son siège va continuer à essayer de me suivre pour que vous puissiez vous rendre compte de ce que l'on peut voir depuis le siège dans lequel il est assis. Donc, depuis son siège, quand il est à l'intérieur dans le véhicule et attaché, voici à quoi ressemble sa vue :



vous pouvez voir une fenêtre sur le côté... nous avons chacun une fenêtre et nous pouvons voir ce qui se passe à l'extérieur. C'était excitant pour nous de pouvoir voir le bras équipage tourner et s'éloigner loin du pad, et c'est à ce moment-là que nous savions tous les deux que nous allions partir aujourd'hui, donc c'était super cool. J'ai aussi une fenêtre de mon côté. L'écouille par laquelle nous sommes entrés est juste derrière moi... C'est un peu difficile, mais je vais essayer de démontrer une partie de la capacité que nous avons maintenant alors que nous sommes en apesanteur... je pense qu'on m'a demandé de faire un 360 degrés en arrière ». Bob effectue son saut arrière :



Bob : « voilà... alors j'espère que vous pourrez voir ce que c'est que de flotter en apesanteur ... c'était super cool, et nous l'avons fait ... bien ... il s'avère que nous nous retrouvons avec un passager clandestin à bord de notre véhicule, qui a été lancé aujourd'hui avec nous. Ce n'était pas euh ... juste Doug et moi qui avons participé au lancement... ici, nous avons un apatosaurus à bord ». Doug récupère le jouet qui s'était échappé de la main de Bob, pour le montrer à la caméra :



Bob : « nous avons tous les deux... deux garçons qui sont très intéressés par ces choses... et nous avons rassemblé tous les dinosaures entre les deux maisons et choisi l'apatosaurus euh... le vote des garçons, pour faire le voyage dans l'espace aujourd'hui avec nous et c'est... euh... c'était une chose super cool pour nous d'avoir une chance de faire ça pour nos deux fils, qui, je l'espère, sont super excités de voir... euh... leur jouet flotter avec nous à bord. Je suis sûr qu'ils préféreraient être ici... si l'occasion se présentait... mais j'espère qu'ils en sont également fiers ».



Doug se dirige vers une des fenêtres pour se situer, et demande à Bob de faire un panoramique,



mais les reflets empêchent de bien discerner sur la Terre ce qui est déjà plongé dans la nuit.

Doug : « malheureusement il fait un peu sombre... nous venons de passer au large de la côte de Terre-Neuve et nous nous dirigeons vers euh... au-dessus de l'Atlantique en ce moment. Je ne sais pas si vous pouvez en avoir une bonne idée de toute façon... j'espère que vous profitez de cette vue... euh... alors que nous passons au-dessus de l'Atlantique et euh... je pense que nous allons nous remettre dans les sièges et terminer les choses pour ce soir... ». Doug regagne son siège, suivi de Bob qui est devancé de peu par apatosaurus :

La nuit a gagné la cabine, et pour les astronautes, cela va être le moment de prendre un peu de repos avant le rendez-vous avec l'ISS.



Doug : « J'espère que vous avez apprécié le voyage avec nous à bord de la capsule dragon Endeavor avec notre ami l'apotosaurus, et Doug et moi nous aimerions juste... euh... dire merci à SpaceX, dire merci à la Nasa et dire merci au peuple américain pour cette opportunité aujourd'hui et nous sommes vraiment fiers de toute l'équipe qui a pu, à nouveau effectuer un vol spatial humain depuis la côte de Floride et euh... juste une expérience merveilleuse. Doug et moi sommes tellement fiers d'en faire partie et juste euh... je tiens à remercier tous ceux qui nous ont donné cette opportunité et ont travaillé si dur pour y parvenir aujourd'hui ... Donc avec ça, je pense que ce sera une bonne nuit de la capsule Endeavor, bonne nuit à tout le monde, à la Nasa, à SpaceX et aux États-Unis et félicitations aux équipes qui nous ont mis en orbite et nous avons hâte de voir Chris Cassidy et ses collègues russes à bord de l'ISS demain matin ».

Bob : « Bonne nuit Megan et theo ».

Doug : « Bonne nuit Laren et Jack ».

Voilà, Crew Dragon Endeavor a été mise sur la bonne trajectoire, l'ISS sera en vue dans quelques heures, et les astronautes vont pouvoir se reposer après cette journée éprouvante, ce qui nous laisse le temps de voir plus en détail les véhicules de Boeing et SpaceX

BOEING & SPACEX

Depuis la retraite de la navette spatiale en 2011, les États-Unis n'ont pas eu la capacité de transporter d'équipage vers l'ISS. Au lieu de cela, les Américains se sont appuyés sur le



Endeavor réalise sa 25^{ème} et dernière mission : STS-134 en mai 2011. Et c'est la navette Atlantis qui va clôturer l'ère de la navette spatiale avec la mission STS-135.

vaisseau russe Soyouz. Après que le programme *Constellation*, le remplaçant de la NASA pour la navette spatiale, se soit effondré pour diverses raisons, le programme d'explora-



Le personnel du Kennedy Space Center regarde le 1^{er} étage de SLS

tion avec équipage des États-Unis subsiste avec SLS, la grosse fusée et sa capsule Orion, pour rejoindre la Lune, puis Mars, et le programme d'équipage commercial :

NASA's Commercial Crew Program travaille avec l'industrie



Les équipages sélectionnés pour les premières missions de Boeing et SpaceX.

astronautique américaine, en faisant développer et exploiter une nouvelle génération de vaisseaux spatiaux et de lanceurs capables de transporter des équipages sur une orbite basse de la Terre et vers la Station Spatiale Internationale. Le



SpaceX Crew Dragon

transport commercial de, et vers, la Station va permettre d'étendre son utilisation, augmenter le temps consacré aux recherches et ouvrir des opportunités de découvertes sur ce laboratoire spatial. La Station est un élément critique du banc d'essai de la NASA pour comprendre et surmonter les défis

liés aux longs séjours dans l'espace. Les entreprises commerciales pourront se focaliser sur les services humains de transport de, et vers, l'orbite terrestre basse et la NASA sera libérée pour se focaliser sur la construction de vaisseaux spatiaux et de fusées pour des missions dans le Système Solaire.

La NASA aide à développer et à financer les capsules, puis devient un client pour acheter des vols sur ces capsules, selon le besoin. Les compagnies sont alors libres de vendre des vols commerciaux sur ces capsules à des clients privés, des touristes, des entreprises ou même des pays qui n'ont pas leur propre capacité de vol spatial avec équipage. La NASA obtient à nouveau un accès autonome à l'ISS depuis les États-Unis, et les compagnies de vol spatial, en augmentant leurs bénéfices, pourront financer le développement de meilleures technologies et des services spatiaux.

De 2010 à 2020, la NASA a procédé par étapes en sélectionnant les entreprises, et en délivrant des fonds pour atteindre un objectif défini, et a aussi sélectionné les équipages comme ceux du vol test récent de SpaceX vers l'ISS. La particularité de cette affaire : l'entreprise accepte le défi avec l'argent alloué, et une rallonge pour terminer un projet devra être trouvée sur ses fonds propres ou par un appel de fonds extérieur mais la NASA n'interviendra pas sur ce point ; Boeing ne jouait pas comme ça jusqu'alors.

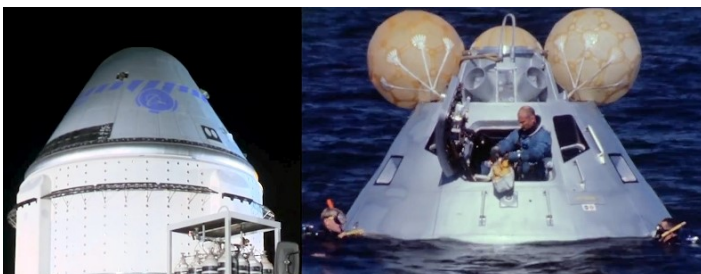
Regardons un peu plus en détail la capsule de Boeing : le CST-Starliner, qui a fait son premier vol d'essai sans équipage vers l'ISS fin 2019, lancé par une grosse fusée Delta V ULA.



Boeing CST-100 Starliner

Boeing s'est sans doute inspiré des capsules historiques de l'ère Apollo, et de la nouvelle capsule Orion associée à la fusée SLS du programme Artemis de la NASA, avec une forme tronconique. Starliner est un peu plus large que le module de commande Apollo que l'on voit ci-dessous flottant sur la mer,

Lors du 70ème « International Astronautical Congress » de 2019, Boeing exposait sa maquette du Starliner (NB : en 2019, se célébrait le 50ème anniversaire du premier pas de l'homme sur la Lune). Un intérieur qui semble toutefois plus rustique



CST-100 Starliner

Module de commande Apollo

mais moins large que la nouvelle génération Orion qui est développée pour la NASA par Lockheed Martin. Starliner peut transporter 7 passagers en orbite basse, bien que la NASA l'utilisera dans une configuration de 4 sièges, avec alors une capacité de transport en plus. Le « design » intérieur de la capsule ressemble à celui des avions de chez Boeing, et plus parti-



que celui de SpaceX, et l'interface « homme machine » conserve pas mal de manettes ; cela dit, il s'agit du simulateur, et



Simulateur « grand public » du Starliner

ce n'est pas la version définitive mais tout laisse penser que Boeing est resté fidèle aux traditions, même si son véhicule se veut du 21ème siècle. La photo ci-dessous montre l'astronaute Josh Cassada qui s'entraîne dans une maquette et simulateur du Starliner, très proche de la réalité :

culièrement celui de 787 Dreamliner. Un grand panneau de commandes et de larges affichages qui donnent des tonnes d'informations, qui ne devraient pas être très utiles si tout va bien, car la capsule doit fonctionner de manière autonome pour son « rendezvous » et l'arrimage avec la Station Spatiale Internationale.



↑ image d'artiste : Starliner s'approche de l'ISS.
↓ Boeing à l'I A C (21-25 oct. 2019 Washington D.C.).



Entraînement des astronautes : Josh Cassada de la NASA

Des boutons et des manettes : un ensemble sans doute qui rassure pour qui est habitué, en tant de pilote d'essai d'avions supersoniques militaires, d'en user. Mais, pas de doute, l'entraînement s'impose... et cela semble plus complexe que ce qui a été fait par SpaceX. Mais, en tout cas, rien à voir avec l'ère

des navettes spatiales, et la technologie des années 1980 pour ce qui est de la conception d'un simulateur :



1980 : simulateur de commande ECN-13409 de la navette spatiale.

Et pourtant, nos astronautes ont volé sur ces énormes avions pour aller dans l'espace et en revenir, et il fallait bien maîtriser « la brique volante »... Bien que le modèle des interrupteurs



Cockpit de la navette spatiale Endeavor

teurs du Boeing Starliner soit hérité des modèles utilisés sur la navette spatiale, l'innovation est tout de même présente, avec des conceptions de fabrication modernes pour ce concurrent de SpaceX Crew Dragon qui semble avoir désiré ne pas désorienter les astronautes, qui devront utiliser aussi la capsule Orion de la NASA ; en fait, Boeing s'est associé avec la société Bigelow Aerospace dont le PDG a révélé pour la première fois, en juin 2010, le nom « CST-100 » de la capsule, à savoir Crew Space Transportation, et avec le 100 pour indiquer les 100 km qui définissent la limite de l'atmosphère terrestre (approximativement) ; Bigelow Aerospace travaille aussi en assistance technique pour Lockheed Martin, chargé de la construction du module Orion de la NASA, d'où, sans doute, ces ressemblances. La construction du Starliner a été étudiée pour assurer la meilleure fiabilité du matériel, mais Boeing a peut-être été trop confiant dans ses logiciels, tout comme pour son dernier avion

qui est toujours cloué au sol, mais c'est une autre histoire. Comme on le voit sur la vue éclatée du CST-100 Starliner, celui-ci est composé de plusieurs sous-ensembles spécialisés : le module de



commande est la capsule principale qui accueille les astronautes et assure leur retour sur Terre, et dont on a vu quelques détails précédemment. Associé au module de commande, se trouve le module de service, une conception qui ressemble bien à Orion, mais que SpaceX n'a pas utilisé. Le module de service est destiné à être largué, et brûler dans l'atmosphère lors de son retour, et seul le module équipage sera remis à neuf pour quelques voyages supplémentaires. Tout comme SpaceX, Starliner utilise le NASA Docking System pour s'accrocher à l'ISS (manufacturé par Boeing), et un Boeing Lightweight Ablator comme bouclier thermique lors de la rentrée. Le panneau solaire est sous le module de service pour fournir environ 3 kW d'électricité aux systèmes électriques de bord, et laisse passer les 4 tuyères des moteurs d'éjection par poussée en cas d'interruption de vol (4 RS-88 Rocketdyne qui fonctionnent à l'hydrazine, très toxique, mais qui démarrent au quart de tour...). Ce propulseur hypergolique, est contenu dans les réservoirs du module de service. Le module de service largué se consume dans la haute atmosphère. Le module équipage va être freiné par l'atmosphère via son bouclier thermique, stabilisé par ses propulseurs intégrés, puis les parachutes primaires sont déployés avec l'éjection du bouclier thermique et enfin les parachutes principaux s'ouvrent et les airbags sont gonflés pour procurer un toucher doux dans le désert de l'US Army's White Sands Missile Range.



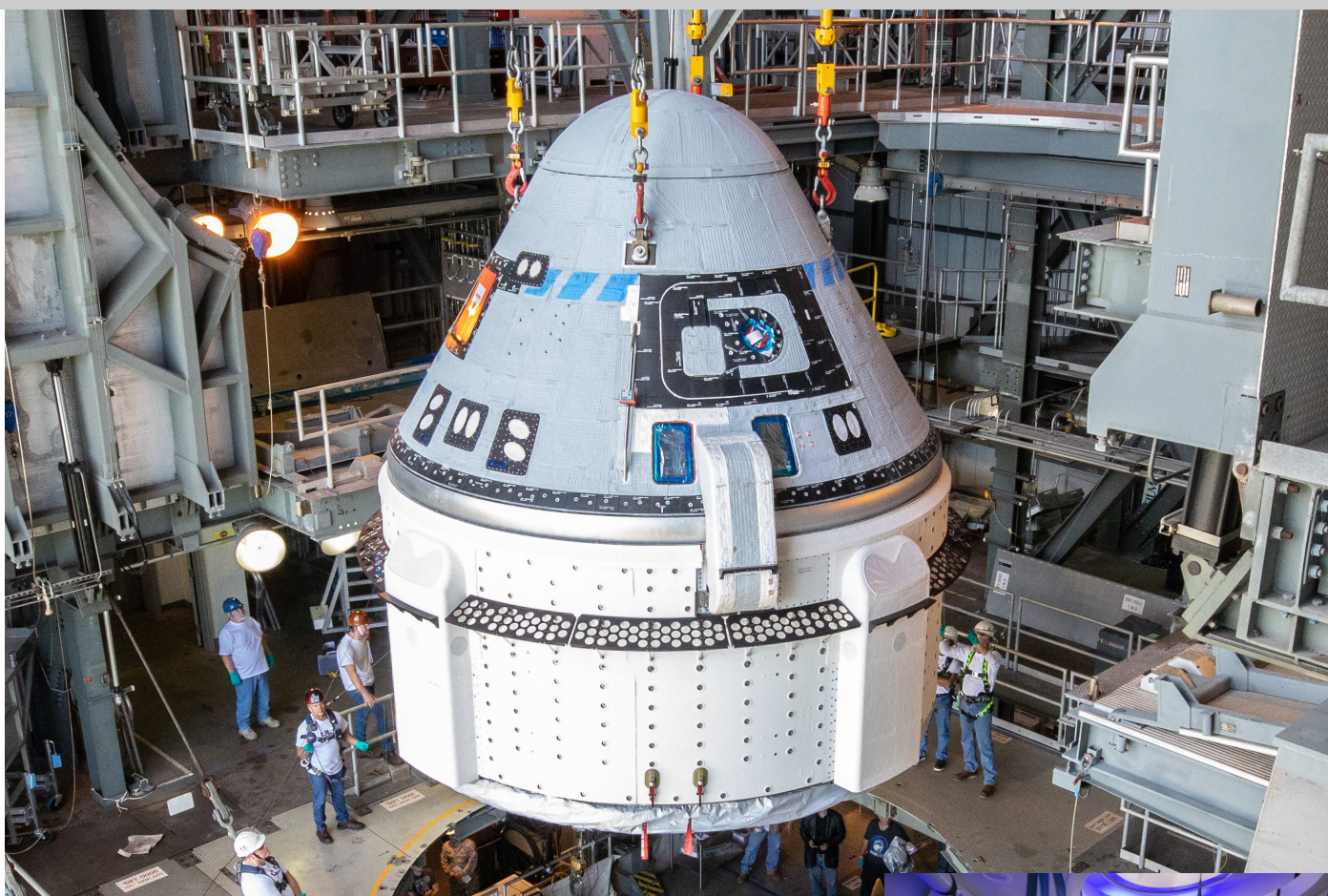
Test d'essai du système d'abandon du CST-100 Starliner



Image d'artiste du CST-100 : séparation du module de service lors de la rentrée atmosphérique.



Test airbags - avril 2012



Boeing CST-100 Starliner : préparation du premier vol orbital sans équipage vers la Station Spatiale Internationale.

Le vaisseau spatial est guidé vers sa position finale au dessus d'une fusée Atlas V ULA au site d'intégration vertical du complexe de lancement 41 de Cap Canaveral Air Force Station. Starliner est compatible pour être lancé sur plusieurs types de fusées : Atlas V, Delta IV, Falcon 9 et Vulcan. Starliner sera aussi la première capsule avec équipage qui sera récupérée sur la terre ferme aux Etats-Unis (5 sites de récupération sont prévus qui autorisent 450 possibilités d'atterrissage par an). Boeing a prévu un siège « touriste » dans la cabine du Starliner... Ce Starliner a été baptisé Calypso par l'astronaute Sunita Williams après son atterrissage. Il devrait, *a priori*, voler à nouveau lors de la mission Starliner-1 avec équipage prévue en décembre 2021.



Le Boeing CST-100 Starliner est vu ici après avoir atterri à White Sands, au Nouveau Mexique, le dimanche 22 décembre 2019.

Cet atterrissage terminait le premier vol orbital de test du vaisseau spatial, pour répondre à plusieurs objectifs de mission du NASA's Commercial Crew program. Le Starliner avait été lancé par une fusée Atlas V de United Launch Alliance du Pad 41 de Cap Canaveral Air Force en Floride le vendredi 20 décembre à 6h36 du matin, heure locale.

Boeing envisage (janvier 2020) d'avoir 3 Starliner en service pour remplir les obligations du Commercial Crew Program. Chaque capsule est sensée pouvoir être réutilisée jusque 10 fois avec une période de remise en état de 6 mois après un vol. Boeing, après l'échec du premier vol test sans équipage BOE-OFT (Orbital Fly Test), va devoir à nouveau planifier un vol similaire, sans doute en fin d'année 2020 ou janvier 2021. Ce vol sera pris en charge financièrement par Boeing (qui a approvisionné 410 millions de \$ pour cela). Et si tout se déroule comme prévu, le premier vol test avec équipage, équivalent de celui de SpaceX en mai dernier, devrait se dérouler courant juillet 2021 : BOE-CFT (Crew Fly Test) ; ce vol devrait accueillir à bord Christopher Fergusson, Mike Fincke et Nicole Mann.



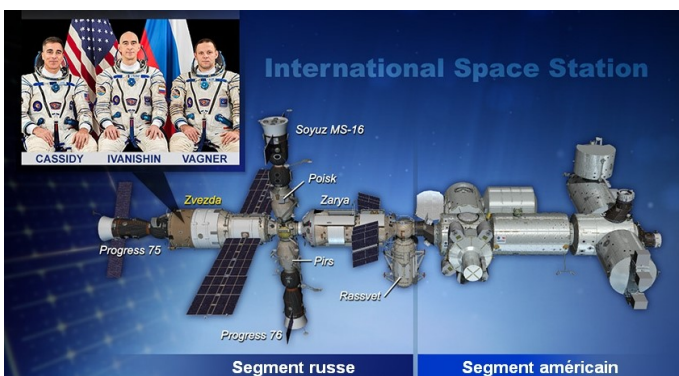
De gauche à droite : Sunita Williams, Josh Cassada, Eric Boe, Nicole Mann, and Christopher Ferguson.



Jeannette Epps

Quant au premier vol opérationnel (Starliner-1), avec à nouveau Calypso, il devrait se dérouler en décembre 2021 avec Sunita Williams, Josh Cassada et Jeanette Epps. Souhaitons pleine réussite à Boeing, qui en a besoin pour redorer son blason...

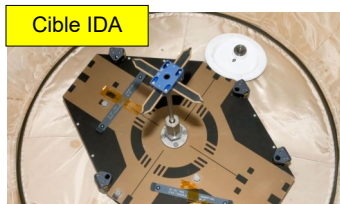
Pour accueillir les véhicules d'équipage commerciaux, tels ceux de SpaceX et Boeing, la NASA a étudié, et fait développer par son partenaire Boeing, le NASA International Docking Adapter (IDA) qui permet facilement l'arrimage du véhicule à la station spatiale. La Station Spatiale Internationale comporte deux segments, un russe et un américain :



L'expédition 63 comporte un équipage de 3 hommes en ce mois d'août 2020 ; c'est le module Zvezda qui est réservé à l'équipage.

Le CST-100 de Boeing et les vaisseaux Crew Dragon de SpaceX vont accoster aux adaptateurs IDA pour amener des astronautes à la station dans le cadre du programme d'équipage commercial de la NASA. Les adaptateurs ont été construits selon la norme internationale du système d'amarrage, qui comprend des systèmes intégrés pour l'amarrage automatisé et des mesures uniformes. Cela signifie que toute destination ou tout vaisseau spatial peut utiliser les adaptateurs à l'avenir, des nouveaux vaisseaux spatiaux commerciaux à d'autres engins spatiaux internationaux encore à concevoir. Les adaptateurs comprennent également des accessoires afin

que l'alimentation et les données puissent être transférées de la station au vaisseau spatial en visite ; l'IDA doit aussi assurer l'échange d'air entre le véhicule amarré et l'ISS. Les cibles sont beaucoup plus sophistiquées que les systèmes d'ancrage précédents et comprennent des lasers et des capteurs qui permettent à la station et au vaisseau spatial de se parler numériquement pour partager des signaux de distance et permettre l'alignement et la connexion automatiques. Le premier IDA a été emmené par la mission CST-7 du cargo Dragon SpaceX en juillet 2015 pour être installé sur le module Harmony par les astronautes, dont notamment Scott Kelly, qui a participé activement à ces installations.

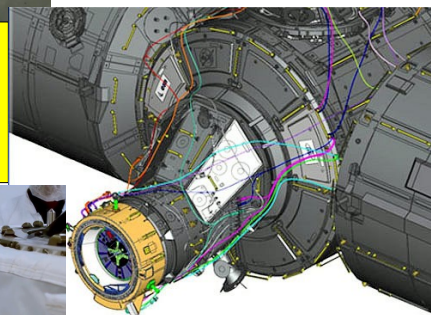


Cible IDA

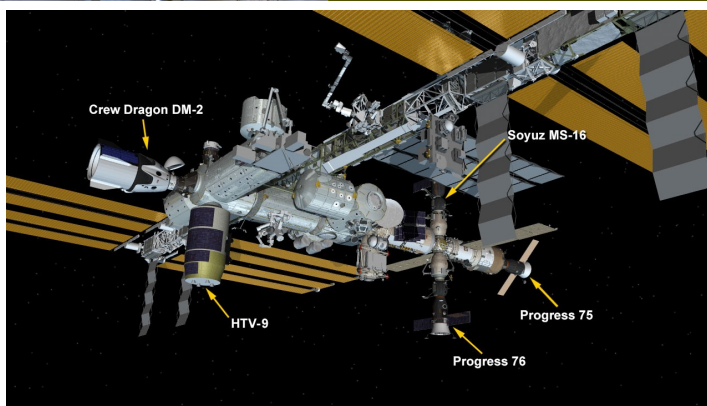


IDA en préparation chez Boeing en 2015.

Schéma de positionnement d'IDA sur le module Harmony de l'ISS.



Scott Kelly a participé à la préparation d'IDA-1 chez Boeing, avant son expédition vers l'ISS.



23 juillet 2020 : configuration de la Station Spatiale Internationale. Cinq vaisseaux spatiaux sont attachés à la station : la capsule SpaceX Crew Dragon - le cargo HTV-9 de la JAXA, 2 cargos russes Progress 75 and 76, et un véhicule Soyuz MS-16. Un Soyuz (ex : TMA-17M) peut aussi s'accrocher sur le module russe Rassvet.

Maintenant, après ce détail d'amarrage des vaisseaux spatiaux commerciaux d'aujourd'hui et de demain, revenons à SpaceX qui a fait le « buzz » en ce mois de mai dernier...



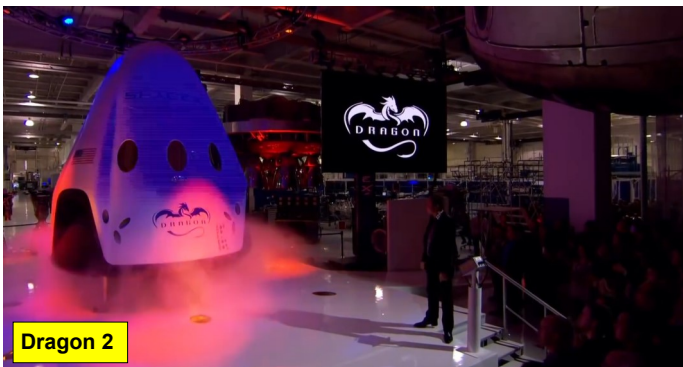
30 mai 2020 : Elon Musk est content de lui... La course est gagnée.

A partir des années 2010, SpaceX développe un vaisseau spatial de type cargo, pour remplir le contrat de la NASA de transport de fret vers et de la Station Spatiale Internationale. Cela a été quelque chose de critique, mais aussi lucratif par la suite, pour la société SpaceX et qui lui a permis de poursuivre son développement. La suite logique était de continuer avec le développement d'une capsule orbitale qui faisait à la fois transport de fret mais aussi d'équipage. Les premières capsules de SpaceX correspondaient au « design » Dragon 1 avec



Dragon 1

l'ajout de propulseurs et tuyères pour le système d'éjection, mais cela n'était pas encore la version définitive que nous connaissons. Le 30 mai 2014, Elon Musk dévoile au public la



Dragon 2

version Dragon 2. Dragon 2 (aussi nommée CREW DRAGON) force l'admiration des spectateurs dans sa livrée blanche et noire, qui semble tout droit sortie d'un film de science fiction.

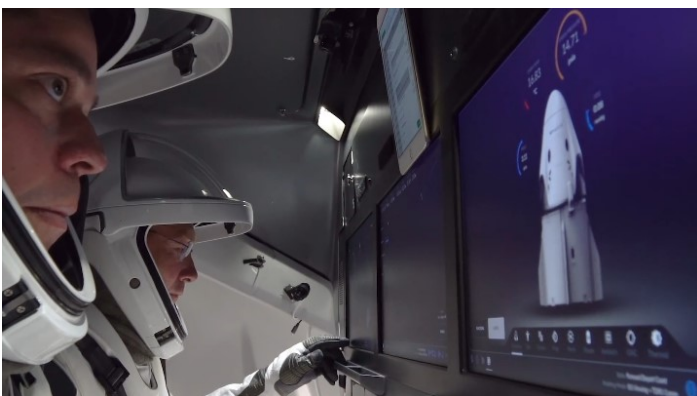
Elon Musk va soulever l'écrouille pour dévoiler au public, via les écrans de projection installés dans la salle, un intérieur moderne, spacieux et dépouillé :



Les sièges semblent réduits au minimum, et 4 écrans tactiles massifs peuvent descendre du plafond de l'habitacle, avec



toutes les commandes intégrées et suffisantes ; la télémétrie est représentée par des animations soignées. C'est vraiment le vaisseau spatial du 21^{ème} siècle !



Et ce n'était pas seulement un lifting... SpaceX, à son habitude, vient de créer un truc insensé avec ce nouveau projet : les propulseurs d'abandon ne sont pas seulement destinés à cet usage, mais servent à faire atterrir la capsule à tout endroit sur Terre. C'est un atterrissage propulsé qui est prévu avec Dragon 2.



Un atterrissage de grande précision, grâce à des moteurs nouveaux qui étaient en développement chez SpaceX : les Super-Dracos qui fonctionnent à l'hydrazine, et sont entièrement fabriqués par impression 3D avec de l'inconel, un super alliage de nickel et de chrome, qui résiste bien aux hautes températures, à la corrosion et l'oxydation, et déjà utilisé dans l'industrie nucléaire par exemple. Les 8 moteurs hypergoliques installés sont à puissance variable et peuvent donc assurer la descente et l'atterrissage du Crew Dragon, sans l'aide de parachutes et d'airbags... Des pieds assurent une pose parfaite et verticale de la capsule.



Atterrissage de Crew Dragon (vue d'artiste)

L'interface de commande est largement réalisée par des



écrans tactiles, donc il y a peu d'interrupteurs et autres manettes à manipuler. Cet agencement est très bénéfique, car si l'usage de Dragon évolue, ou s'il manque quelque chose, pas besoin de retoucher la mécanique... tout se fait par évolution du logiciel : une « mise à jour » téléchargée... et hop, c'est reparti ! C'est cela dans le principe, mais on sait aussi qu'un logiciel modifié doit être testé rigoureusement. *A priori*, l'aspect coût matériel est cependant réduit. SpaceX utilise une technologie qui n'a toutefois pas fait ses preuves sur une longue durée dans le domaine spatial. Mais ne pas évoluer rapidement peut aussi entraîner la perte de nouveaux marchés, et de nouvelles opportunités de développement. C'est un peu le pendant de la « guerre » Boeing-AIRBUS pour les avions ; l'avionique moderne d'AIRBUS lui a fait rafler des marchés que Boeing négligeait. Cela dit, pas de doute, SpaceX est vraiment entré dans le futur de l'ère spatiale : avec sa variante Dragon 2, SpaceX visait déjà la planète Mars, et sa capsule qui s'appelait Red Dragon, devait être lancée par la Falcon Heavy, fusée rendue célèbre par l'envoi du roadster Tesla d'Elon Musk dans un grand périple héliocentrique en février 2018...



Image d'artiste : Mars & Dragon 2 survolés par le roadster lancé en 2018.



6 février 2018 : Elon Musk lance la Falcon Heavy, son vaisseau amiral pour rejoindre Mars... en attendant d'autres surprises.

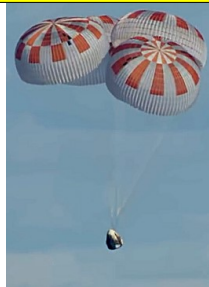
Ainsi donc, Dragon 2 pouvait faire marcher ses rétrofusées pour ralentir sa trajectoire d'arrivée dans l'atmosphère martienne et atterrir délicatement sur le sol martien, tout en transportant des charges utiles, et même des rovers. De cette manière, il pouvait déjà occuper le terrain pour les missions suivantes. Mais tout a changé radicalement pour le futur de Dragon. Les pieds qui sortaient du bouclier de protection thermique semblaient difficiles à tester et qualifier selon les critères de sécurité de la NASA à remplir pour les vols humains :



↑ Trop beau...

↓ Rassurant...

il n'y avait pas beaucoup d'enthousiasme et de fans de la méthode d'atterrissage par rétropropulsion à la NASA. Les ingénieurs préféraient l'utilisation de parachutes, traditionnels, comme méthode principale d'atterrissage. SpaceX avait besoin du support de la NASA pour continuer à développer Red Dragon et obtenir d'éventuels contrats pour des missions avec atterrissage pour Dragon, sur Terre ou Mars : sans perspective ferme, difficile de maintenir ce choix technique. SpaceX a arrêté le développement de ce type d'atterrissage avec rétrofusées pour revenir au système parachuté. Du coup, cap sur Mars mais avec un vaisseau de nouvelle génération plus grand, capable d'emporter une centaine de personnes, d'abord sur la Lune puis Mars...

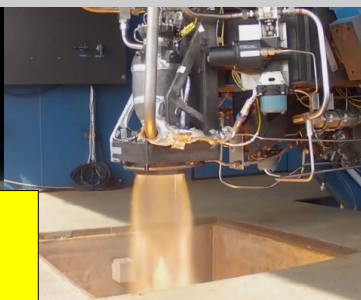


5 août 2020 : décollage du site de test de SpaceX près de Boca Chica (Texas), du prototype, surnommé « le silo », qui préfigure Starship. Un vol à 150 m durant 1 minute, propulsé par un moteur Raptor alimenté en méthane et oxygène liquides.

Starship comportera 6 moteurs Raptors.



Le moteur SuperDraco, vu en test sur cette photo, ne va servir qu'en cas de procédure d'abandon de la capsule Crew Dragon.



Quand Atlantis a été retirée en clôturant l'ère des navettes spatiales avec STS-135, ce même drapeau transporté avait été laissé dans la Station Spatiale Internationale.

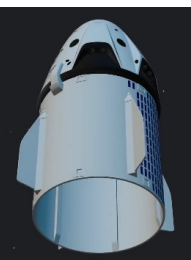
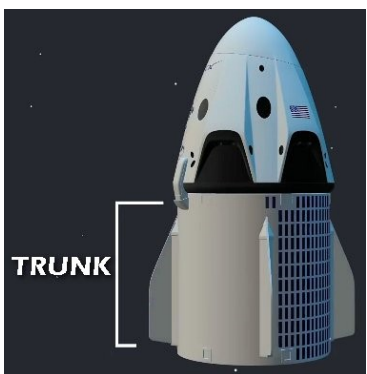


La dernière mission STS-135 laisse le drapeau américain dans l'ISS.

Ainsi donc, SpaceX a fait le choix de revenir à la méthode traditionnelle d'atterrissage des capsules par parachutage et récupération en mer, comme pour le programme Apollo. Cela complique éventuellement la remise en état de la capsule car l'eau de mer est somme toute corrosive ; Boeing se vante de son côté que Starliner revient sur la terre ferme, sur le sol américain... Une capsule Crew Dragon de SpaceX ne devait pas, *a priori*, être réutilisée pour un nouveau vol avec équipage mais servir par la suite pour le transport de fret vers, et de l'ISS (avec le contrat CRS-2 de la NASA), en remplaçant progressivement la flotte Dragon 1, mais SpaceX et la NASA ont changé d'avis après.

Ce que l'on pourrait croire être un « service module » sur la Crew Dragon n'en est pas un, du moins pas tout à fait.

Cette partie inférieure à la zone où se trouve l'équipage s'appelle le « trunk », mot à mot : le tronc... (ou coffre) rien de sensationnel. Mais en fait, cette partie de la capsule répond à quatre principales utilisations. La première est de supporter les panneaux solaires, la seconde de supporter des radiateurs



Espace cargo

qui servent à refroidir la partie équipage, la troisième d'avoir des ailerons (winglets) pour faciliter l'éjection de la capsule en cas de scénario d'abandon et la quatrième, sans doute la plus surprenante, de constituer un espace non pressurisé pour emporter des marchandises, un peu comme celui de la navette spatiale en son temps. Un espace vaste pour emporter des modules extérieurs, des petits satellites, ou des expériences destinées à l'ISS, qui peuvent être récupérés par le bras canadien robotisé Canadarm.

Le challenge

Un drapeau américain a été envoyé par la première mission STS-1 (Space Transportation System) de la navette spatiale avec Columbia en avril 1981.

Colombia s'élance du Kennedy Space Center le 12 avril 1981. Seules les deux premières missions avaient le gros réservoir externe peint en blanc. Pour économiser en poids, ces réservoirs ont été laissés en couleur rouge d'origine par la suite.



Le prochain équipage à repartir vers l'ISS à partir du sol américain devait récupérer ce drapeau ; de quoi stimuler la compétition entre les deux compagnies : Boeing et SpaceX, pour atteindre l'ISS en premier et capturer le drapeau...

De fait, cette course a été marquée par des tas de nouveaux défis de recherche et développement à surmonter pour ces deux concurrents.

En juillet 2018, Boeing effectue son test d'éjection de la procédure d'abandon mais une fuite de carburant hypergolique se produit à cause d'une série de valves défectueuses : un problème critique qui va retarder le vol de test orbital de plus d'un an. Et lors d'un nouveau test d'abandon en 2019, un des 3 parachutes principaux ne va pas se déployer correctement : encore une source de préoccupation mais le test a été considéré comme un succès. Cependant le gros revers allait se produire lors du premier vol de test orbital sans équipage en décembre 2019.



Premier vol orbital de test pour Boeing Starliner sur une fusée Atlas V N22 ULA.

La capsule (Calypso) ne va pas être en mesure de rejoindre l'ISS sur une orbite stable. La fusée Atlas V N22 (pas de carénage, 2 boosters à poudre, 2 moteurs Centaurs) assure correctement la séparation de Calypso associée à son module de service, mais c'est après que cela se gâte ; la mise en route trop longue des moteurs entraîne une impossibilité de manœuvre ultérieure, ceci à cause d'une horloge système désynchronisée, donc il devenait impossible de rejoindre la station spatiale. De plus, les



La mascotte à bord de Calypso flotte en apesanteur, mais ne verra pas l'ISS...

commandes qui auraient pu sauver la situation ne pouvaient être émises à cause de problèmes de communication de la salle



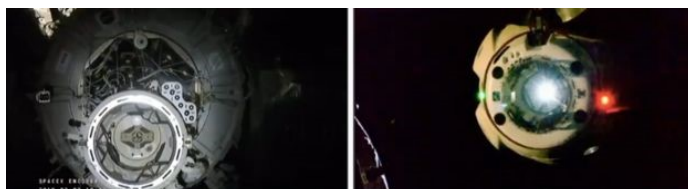
Stress, embarras et déception dans les salles de contrôle...

de contrôle vers la capsule à ce moment critique (changement de station de suivi et de satellite relais). Lorsque les contrôleurs ont repris la main, trop de carburant avait été utilisé. Le vol ne sera pas nominal avec des paramètres en défaut. La capsule va cependant pouvoir rejoindre la terre ferme comme souhaité selon les procédures prévues : rentrée atmosphérique et atterrissage conformes. Mais c'était une anomalie bien embarrassante pour Boeing et la NASA, pour un vaisseau qui a coûté beaucoup d'argent à développer. Cependant, les astronautes de Boeing restaient confiants pour tester la capsule dans un vol avec équipage.

Maintenant, SpaceX a aussi rencontré des problèmes à résoudre, avant que son heure de gloire arrive, avec les systèmes pour la procédure d'abandon et les parachutes. L'atterrissage par rétropropulsion abandonné, les parachutes devenaient des équipements essentiels pour le retour vers la Terre. Mais un test en 2019 a montré des effets indésirables, et les parachutes ont dû être revus du point de vue « design » pour satisfaire aux 13 tests de qualification de la NASA. Puis, le premier test orbital sans équipage de SpaceX (Crew Dragon Demo-1) s'est très bien passé avec un beau lancement de la Falcon 9 Block 5 le 2 mars 2019 à partir du pad 39A du Kennedy Space Center :



Comme prévu, Crew Dragon Demo-1 s'attachait automatiquement à la station spatiale, surveillé par Anne McClain et David St Jacques, deux des astronautes à bord de l'ISS avec le commandant Oleg Kononenko.



A gauche, ce que la capsule voit de l'ISS (IDA du module Harmony), et à droite, la capsule à l'approche, vue par l'ISS.

La procédure d'amarrage était une nouveauté à tester car les cargos sont capturés par le bras robotique et installés dans un berceau d'accueil.



Après égalisation des pressions entre les habitacles, l'Astronaute McClain s'emparait de la Terre en peluche, mascotte de bord, et posait à côté du mannequin Ripley de SpaceX qui jouait le rôle factice de « commandant de bord ».

La rentrée atmosphérique : c'est la phase de la mission qui, selon le fondateur de SpaceX, Elon Musk, l'inquiète le plus : une descente ardente et à grande vitesse dans l'atmosphère. La coque arrière, le bouclier thermique de Crew Dragon, a une surface plus ou moins régulière qui peut entraîner des instabilités de roulis aux vitesses hypersoniques. Pour Elon Musk, il faut s'assurer que cela fonctionne lors de la rentrée.

Elon Musk : « *Tout ce que nous savons jusqu'à présent semble positif. Sauf si quelque chose ne va pas (dans cette mission Demo-1), je devrais penser que nous (un équipage) volerons cette année, cet été, j'espère* ».

Mais c'est seulement en mai de l'année suivante que Demo-2, avec équipage, a rejoint l'ISS.

A vrai dire, le plus gros problème est arrivé après le succès de cette mission. La capsule DM-1 (demo mission 1) devait subir quelques tests de ses propulseurs à Cap Canaveral, et c'est alors qu'une explosion s'est soudainement produite. Mais c'est bien que cela se soit produit lors de ces essais, et non pas à 400 km là-haut...

Un gros dégagement de fumée rougeâtre (tétroxyde d'azote) qui s'élevait dans le ciel a été vu dans tout le voisinage du site. La capsule a été désintégrée complètement.



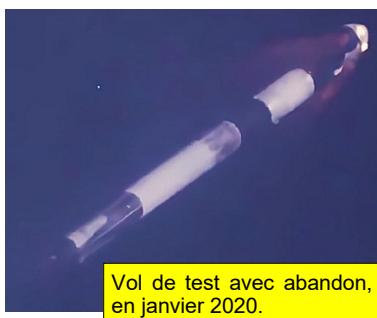
Il fallait une enquête rapide pour connaître l'origine de cet incident majeur. Et après quelques mois, on apprenait que cela



Assemblage horizontal de la fusée Falcon

provenait d'une source bien déterminée. Une valve en titane anti-retour était incriminée, qui permettait au « carburant » d'emprunter la mauvaise voie et, le système mis sous pression trop tôt (qui se fait par de l'hélium) conduisait à l'explosion. La valve a été remplacée par un dispositif à rupture de membrane, à usage unique.

Un test d'abandon grandeur réel a été réalisé par la suite, et tout a bien marché pour SpaceX (mission Crew-Dragon In-Flight Abort Test du 19 janvier 2020). Cela ouvrait grande la voie vers la mission avec équipage Crew-Dragon Demo-2 de mai 2020.



Vol de test avec abandon, en janvier 2020.

Notons les deux approches, différentes, de SpaceX et Boeing pour mener à bien ces développements :



Tests de SpaceX en grandeur réelle.

SpaceX a choisi d'effectuer des tests supplémentaires sur ses systèmes, tandis que l'itinéraire de Boeing impliquait davantage de simulations et de paperasse pour la qualification des systèmes embarqués, ce qui représente une distinction fondamentale entre leurs approches, et les effets se reflètent peut-être dans leurs échecs.

Si Boeing avait effectué plus de tests dans le monde réel, l'erreur de simulation, comme un problème d'horloge sur Starliner, aurait pu être évitée. De même, si SpaceX avait passé un peu plus de temps à qualifier ses pièces, ils auraient remarqué que placer du titane près du tétr oxyde d'azote n'est pas la

meilleure idée, et une cause de défaillance connue qui a affecté des vaisseaux spatiaux dans le passé.

Souplesse requise pour entrer chez Boeing...



Spécifications techniques

Le SpaceX Crew Dragon a la capacité de transporter sept astronautes en orbite terrestre basse, mais la NASA a opté pour quatre ou même trois sièges vers l'ISS, car ils veulent plus de place pour le fret en zone pressurisée (le « trunk » est vaste mais il est ouvert dans le vide spatial ; il a servi pour le transport du système IDA). Crew Dragon peut survivre seul en orbite basse pendant une semaine ou 210 jours amarré à l'ISS. Il peut transporter 3 tonnes (6 tonnes à l'aller), en orbite avec jusque 37 m³ d'espace non pressurisé grâce au « trunk ».

CREW DRAGON

Equipage : 7 personnes

Durée de vie : 7 j seule

210 j parquée ISS

Usage : équipage et cargo

Cargo : 3000 kg (avec équipage)

Cargo externe (non pressurisé) : 37 m³



Le Starliner de Boeing a des attributs assez similaires au SpaceX Crew Dragon. Pour un vol libre, il peut survivre jusqu'à 60 heures en orbite terrestre basse, pas aussi longtemps que Crew Dragon mais encore quelques jours, suffisamment de temps pour se rendre à l'ISS ou à tout autre point en orbite terrestre basse. Une fois amarré à la station spatiale, il peut y rester pendant 210 jours car il entre en mode passif. Il peut également transporter jusqu'à sept membres d'équipage, mais la NASA en préfère également trois (sinon, il n'y a plus d'espace supplémentaire cargo).

STARLINER

Equipage : 7 personnes

Durée de vie : 60 h seule

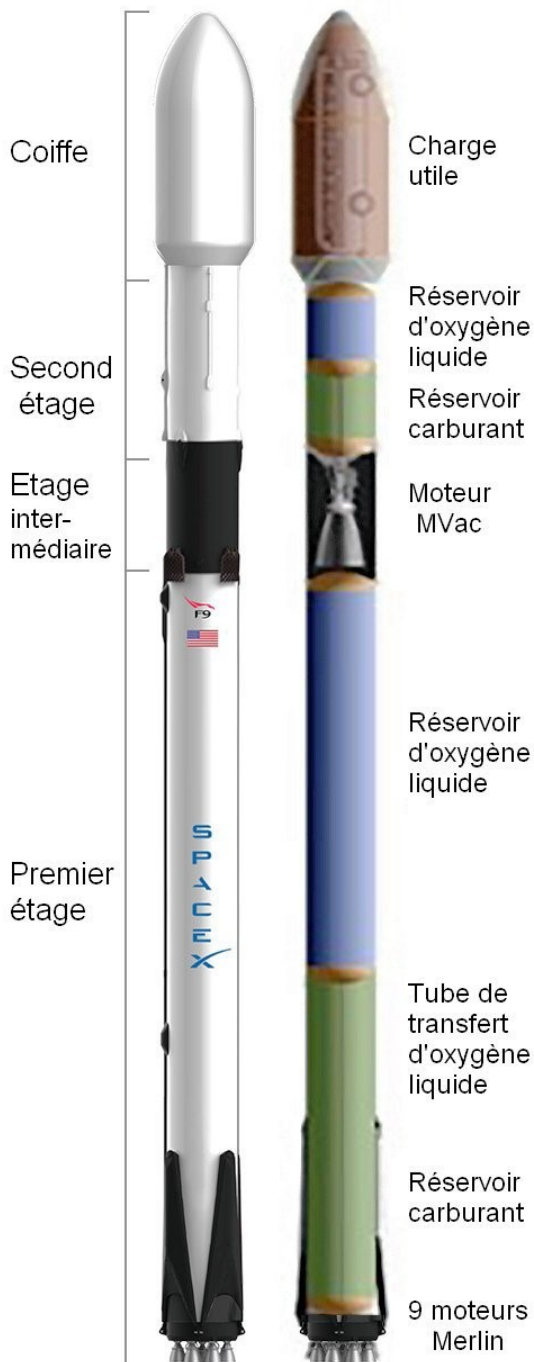
210 j parquée ISS

Usage : équipage et cargo

Cargo : 163 kg (hors équipage)

Cargo externe (non pressurisé) : non





SpaceX FALCON 9

1er étage :

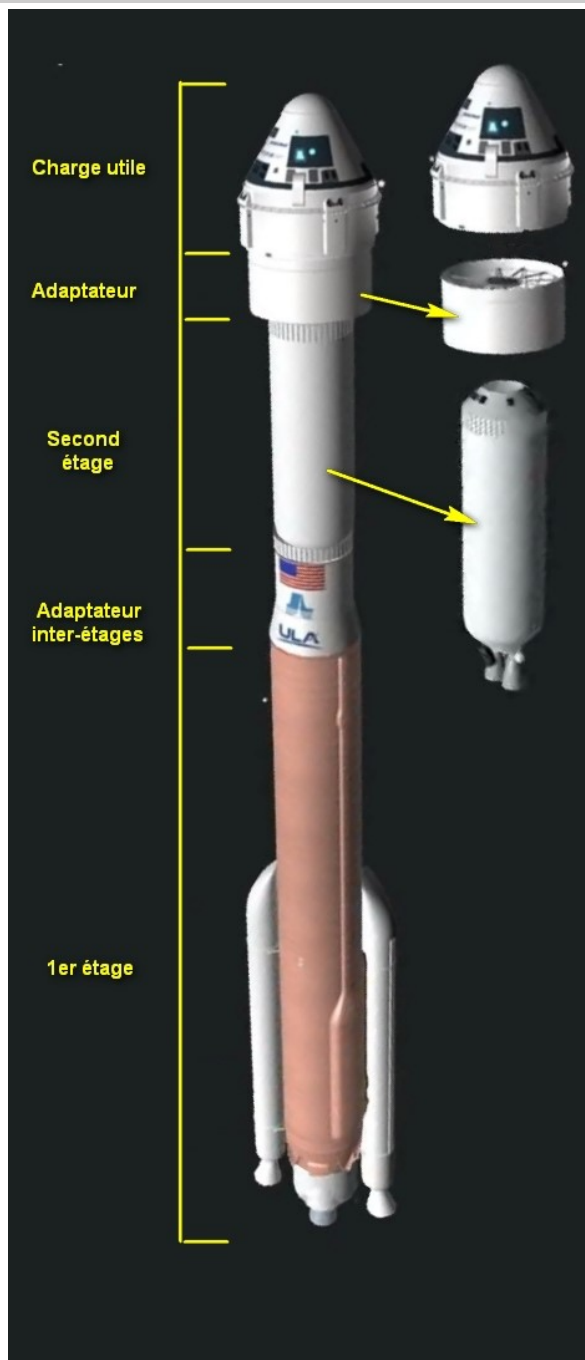
9 moteurs Merlin 1D (fabriqués par SpaceX) disposés en couronne autour d'un moteur central.
 Poussée : 854 kN par moteur (au niveau de la mer).
 Ces moteurs peuvent être allumés et éteints à la demande, et sont orientables.

2ème étage :

1 moteur SpaceX Merlin MVac orientable.
 Poussée : 981 kN (dans le vide).

Séparation des étages : pneumatique (peu de débris)

Moteurs et fusée sont réalisés par SpaceX.



DELTA V N22 (United Launch Alliance)

1er étage :

2 boosters à poudre SRB Aerojet Rocketdyne - remplacés à terme par des GEM-63 Northrop Grumman Innovation Systems.
 1 moteur RD-180 alimenté en kérosène et oxygène liquide.

2ème étage (Centaur) :

2 moteurs Centaur RL10-A (oxygène et hydrogène liquide)

C'est la 5ème version des fusées Atlas de ULA (association Lockheed Martin & Boeing). Cette fusée sera remplacée à terme par la fusée Vulcan (ULA) car le moteur RD-180 est d'origine russe et son successeur n'est pas compatible.

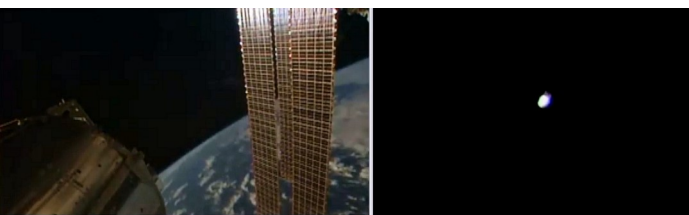


Ainsi donc, avec le succès de la mission SpaceX Crew Dragon Demo-2, la NASA a retrouvé sa capacité d'accès total à la Station Spatiale Internationale, à partir du sol américain, tant pour l'envoi et la récupération de fret que pour le transport des équipages ; Boeing fera sous peu son test orbital avec équipage (après avoir « épluché » quelques millions de ligne de code...), et avec SpaceX, deux fournisseurs seront disponibles pour répondre aux besoins de la NASA, tout en permettant à l'agence spatiale de faire son retour sur la Lune, avec aussi des partenaires commerciaux et internationaux. Probablement que des gouvernements seront intéressés pour acheter des places et aller faire un tour dans l'ISS, mais peut-être aussi autoriser l'accès de leurs scientifiques à l'orbite basse autour de notre planète pour mener des expériences, voire installer de nouvelles stations spatiales, ou envoyer des équipages rejoindre la future Gateway autour de la Lune. L'aspect touristique n'est sans doute pas à négliger, si ça peut rapporter de l'argent facilement à SpaceX et Boeing... l'avenir le dira. En tout cas, les Américains sont heureux de revoir à nouveau des vaisseaux spatiaux décoller de Cap Canaveral avec des astronautes à bord.

cette nouvelle boucle... et maintenant, en bougeant un peu la caméra, voici un petit morceau de Lune, à moitié, entre la Terre et le bord du hublot... nous volons à



Bien, maintenant que nous avons connaissance de tous ces détails, revenons à nos astronautes Bob et Doug qui approchent de la station spatiale en cette matinée du 31 mai 2020. Ils ont eu le loisir de contempler la Terre d'en haut au cours de plusieurs révolutions orbitales.

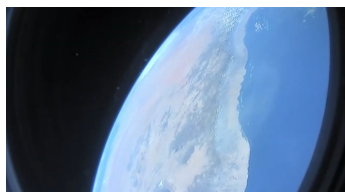


Un agréable, et brillant nouvel ami à l'approche de l'ISS.

Contrôle : « Bonjour Dragon, nous espérons que vous avez passé une bonne soirée à bord d'Endeavor, un bon repos, et nous sommes en train de rétablir toutes les communications en ce moment... Copy Vous avez été réveillés au son de Planet Caravan par Black Sabbath ... ».

Doug et Bob sont des fans des chansons rock des années 70-80, et aussi 90, et c'était la première fois que cela était joué dans Dragon.

Doug : « Bonjour tout le monde de la part d'Endeavor. Une bonne nuit ici et un bon petit sommeil... et comme vous pouvez voir sur cette image, nous passons juste au dessus de l'Arabie Saoudite et du Moyen-Orient... une belle journée maintenant, et plus vers le Nord Est en direction de l'Asie Centrale, nous faisons route vers l'ouest de l'Himalaya, puis le Japon et le Pacifique pour



peu près à 28 000 km/h ... nous approchons de l'ISS que nous pouvons apercevoir dans la partie sombre de notre orbite... et c'est la première fois ! ». Les écrans affichent toutes les informations utiles, y compris leur position,

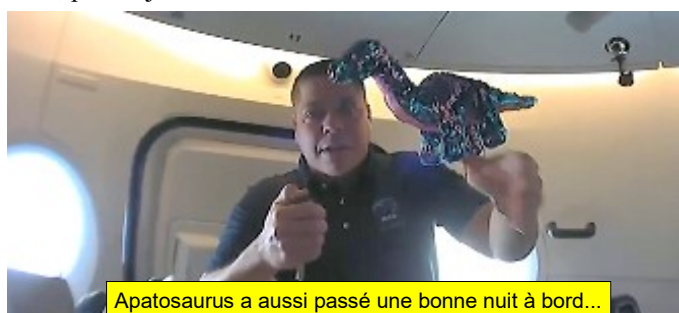
et trajectoire par rapport à la Terre. Doug et Bob, ont passé une bonne « nuit » de sommeil, d'ailleurs surpris par sa qualité, car le véhicule est relativement plus silencieux que la navette spatiale ne l'était. Ils ont fait quelques changements de costumes pour passer la nuit, et en ont profité pour faire sécher les combinaisons spatiales revêtues pour le lancement ; mais après une toilette succincte, et avoir fait un peu de rangement, ils sont maintenant prêts pour commencer le « Docking Day », à savoir cette journée du dimanche 31 mai 2020 : Crew Dragon doit rejoindre et s'arrimer à la Station Spatiale Internationale. Hier, Doug, commandant de bord d'Endeavor, a eu l'occasion de piloter le véhicule en manuel, et il a été vraiment étonné du comportement tout à fait similaire à ce que pouvait produire le simulateur de Hawthorne, siège de SpaceX, hormis les vibrations, le bruit, les secousses et les « G » ressentis lorsque le véhicule s'arrache de la gravité terrestre, choses qu'un simulateur aura toujours du mal à rendre, et de ce point de vue, le vaisseau est bien un dragon qui s'est battu, lors de cette course passionnante, pour rejoindre l'ISS.



La combinaison spatiale, séchée, a été rangée dans ce sac noir, sanglé sur le siège libre. Et les vêtements de nuit ont trouvé place dans le renforcement du hublot.



Doug a placé le manuel d'équipage dans le renforcement du hublot...



Apatosaurus a aussi passé une bonne nuit à bord...

« Tremor », le dinosaure des enfants va bientôt rejoindre « Earthy » arrivée dans la station spatiale avec Crew Dragon Demo-1 (mission SpaceX sans équipage) ; Bob et Doug envisagent de les ramener tous deux sur Terre. Sous les sièges des astronautes se trouvent aussi des marchandises emmenées pour l'ISS, et rassemblées dans des containers adaptés, et bien sanglés. Il y a la place pour emporter et conserver des crèmes glacées, à destination de l'équipage (les astronautes aiment ça), mais aussi des équipements de secours d'urgence.



Bob a montré la structure des sièges qui peuvent basculer, et permettre un accès facile à la capsule, et s'adaptent aussi aux conditions de vol : montée, ou descente vers la mer. Pendant ce temps, les circuits de communication sont testés notamment avec l'Asie car le rendez-vous avec l'ISS devrait se faire au-dessus de la Chine ; les contrôleurs au sol s'activent.



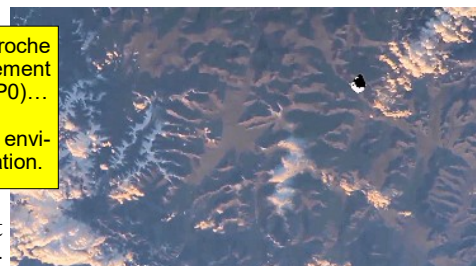
Contrôle : « Dragon SpaceX, merci de vérifier la grande boucle ».
 Dragon : « Base X Dragon, haut et fort maintenant sur la grande boucle ».
 Contrôle : « Merveilleux à entendre. Je vous ai aussi fort et clair ».

Dans la station spatiale, on se prépare à l'accueil des astronautes qui vont entrer du côté américain cette fois-ci, via son module Harmony.



L'heure prévue de démarrage des procédures d'approche est 12 h 11 UTC.

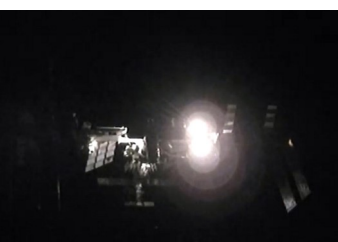
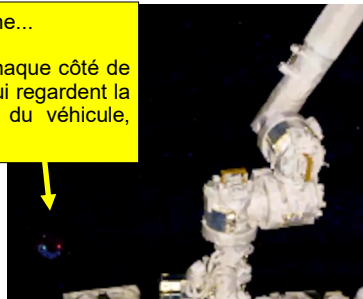
Crew Dragon s'approche du point de cheminement zéro (way point 0, WP0)...
 Crew Dragon est à environ 400 m sous la station.



A ce stade, ce sont toutes des manœuvres d'approche très lentes et régulières vers la station spatiale. Tout se fait, *a priori*, en automatique mais Doug sera autorisé à faire un peu de pilotage manuel, et Bob dira plus tard qu'il a dû insister pour que Doug repasse en automatique. Crew Dragon va avancer lentement (tout est relatif...) à environ 1,7 m/s vers l'ISS et faire marcher ses propulseurs Draco pour contrôler l'attitude de la capsule, et maintenir le cap. A WP0, Crew Dragon est dans la bonne direction pour continuer, et va s'acheminer vers WP1, puis sans s'arrêter vers WP2 (WP : point d'acheminement).

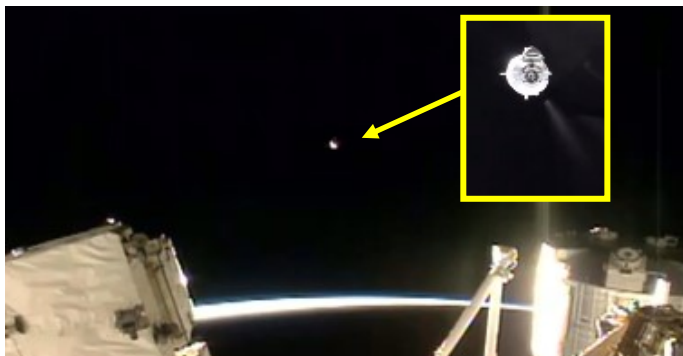
Vu de l'ISS, Crew Dragon s'approche...
 Deux lumières rouge et verte de chaque côté de la capsule. Cela donne aux gens qui regardent la capsule, un sens de l'orientation du véhicule, comme cela se fait pour les avions.

L'ISS voit arriver la capsule qui possède aussi des caméras frontales qui nous donnent sa vision des choses : la vue de l'ISS.



Bob et Doug voient l'ISS avec les caméras

Crew Dragon est quasiment aligné devant un repère de l'ISS, la barre V (V bar) ; la capsule se trouve à 240 mètres de la station spatiale.



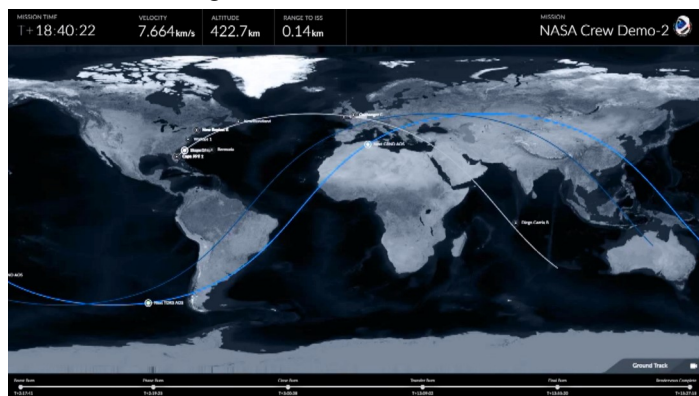
Crew Dragon à 240 m, vu de la « mire V bar » de l'ISS (un de ses propulseurs Draco corrige l'attitude du véhicule).

Doug va donner ses appréciations sur son essai tout récent de pilotage de proximité de Crew Dragon, via les écrans tactiles, car l'équipe au siège de SpaceX lui avait demandé son avis ; pour lui, c'est parfait, tout comme avec le simulateur, et il félicite toutes les personnes d'Hawthorne qui ont contribué à cette réussite.

La capsule s'approche de l'ISS, et le cône qui protège le système d'amarrage est relevé ; la vitesse relative de la capsule est descendue à une trentaine de cm par seconde, et celle-ci se trouve maintenant à une centaine de mètres de la station spatiale. A noter que les moteurs SuperDracos qui servent pour la procédure d'éjection en cas d'anomalie du lanceur



ont été inhibés (8 moteurs associés en 4 couples, afin d'assurer une redondance, et répartis autour du véhicule) ; seuls les moteurs Dracos assurent la correction d'attitude du vaisseau. Draco assure une poussée de 400 N, alors que SuperDraco est 100 fois plus puissant ; ces deux moteurs fonctionnent avec de l'hydrazine associée au tétr oxyde d'azote (oxydant), ce qui assure un démarrage en 100 ms.

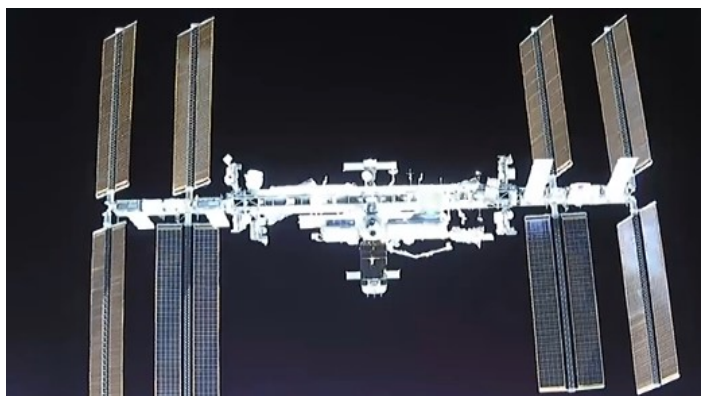


18h40 après le lancement, les stations de communication au sol, avec les satellites relais se préparent au rendez-vous.

Crew Dragon avance lentement, mais sûrement, et les équipes



Le siège de SpaceX à Hawthorne en Californie : bureaux et unité de fabrication des fusées.



La Station Spatiale Internationale est éclairée par le Soleil mais la nuit va bientôt revenir, et certainement pour l'instant critique du rendez-vous.

du contrôle donnent bientôt le « go for approach » qui est le feu vert pour terminer la procédure et s'amarrer à l'ISS ; les astronautes sont informés que le coucher du soleil est dans 8 minutes et demie.

Station Houston : « Houston et la Station sont maintenant prêts pour l'amarrage. Chris, vous pouvez surveiller les étapes trois et quatre, trois et quatre un décimal un zéro quatre pour équipage dragon... ».

Et l'approche continue, tout va bien, Crew Dragon est à moins de 5 mètres de son but, et avance de 10 cm/s ; 3 mètres... 2 mètres, et nous sommes au point où la capsule ne peut plus être reprise en



Le bras robotique canadien permet à l'ISS de voir avec précision l'avancée de la capsule.

en manuel, tout devient automatique : encore 1 mètre à parcourir. Les moteurs Dracos donnent encore des corrections mineures pour conduire la capsule vers l'adaptateur IDA du module Harmony (ce module dispose d'un IDA à son extrémité, qui est aussi l'extrémité de la station spatiale du côté américain, et un IDA au zénith), et on voit sur la photo ci-contre les « pétales » d'accrochage. Le soleil se couche et l'ombre de l'ISS se fait



plus présente sur la capsule qui s'approche.

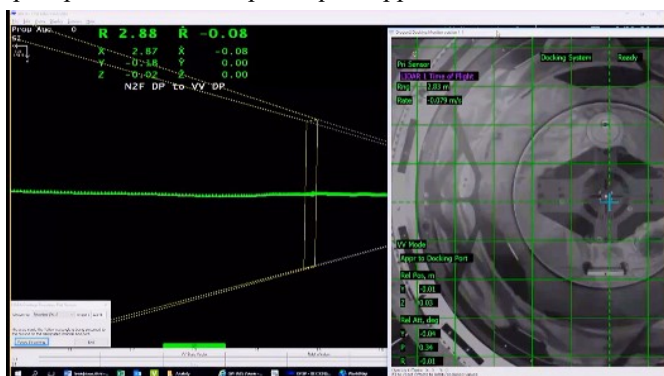
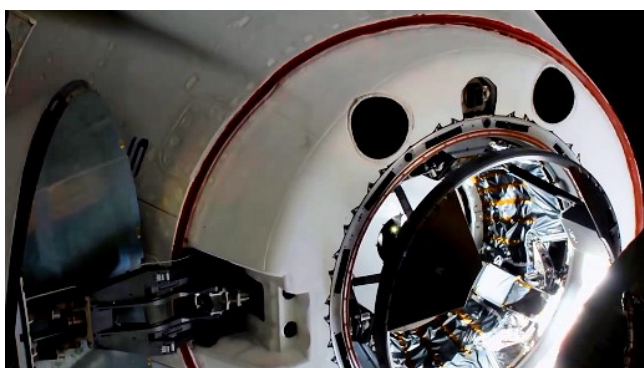


Image de la caméra centrale de Crew Dragon

Encore quelques centimètres...



et c'est bientôt la confirmation de la capture douce de Crew Dragon :

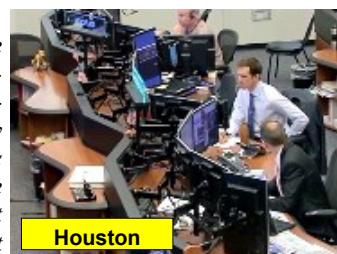
Contrôle : « *Dragon SpaceX, amarrage terminé* ».

Dragon : « *reçu, amarrage terminé* ».

7h16 A.M. Pacific Time (14h16 UTC) : l'heure de ce moment historique de l'accrochage du premier véhicule commercial, parti du sol américain, à la Station Spatiale Internationale. Crew Dragon s'est accroché à l'ISS à 421 km juste au dessus de la frontière nord de la Chine et la Mongolie : la science est au-dessus des tensions politiques entre la Chine et les U.S.A..

Chris (ISS) : « *à l'équipage de Dragon : l'expédition 63 est honorée d'accueillir Dragon avec ce programme d'équipage commercial et de l'accueillir à bord de la Station Spatiale Internationale. Bob et Doug, heureux de vous avoir avec nous* ».

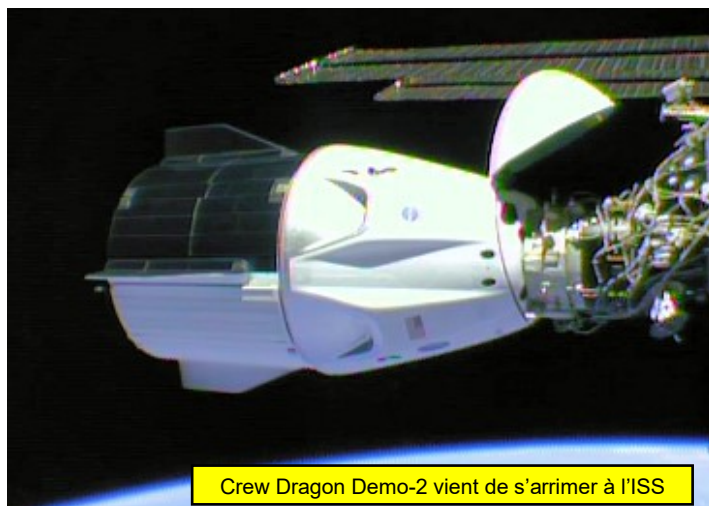
Ici Houston : « *Bob et Doug, bienvenue à la Station Spatiale Internationale, après votre spectaculaire rendez-vous et amarrage du premier véhicule Crew Dragon, pour la première fois depuis le retrait de la navette spatiale ; il a terminé un trajet historique vers l'ISS et a ouvert un nouveau chapitre dans l'exploration spatiale humaine. Au nom des équipes de contrôle de vol, ici à Houston, et à Hawthorne en Californie, à nos collègues de SpaceX, bravo pour ce moment magnifique de l'histoire des vols spatiaux et pour le début d'un nouveau voyage qui va marquer une nouvelle ère de transport spatial. Bob et Doug, bonne chance ! Et nous sommes impatients de travailler avec vous à bord* ».



Houston

Contrôle SpaceX : « *Dragon SpaceX. Bob et Doug, ici à SpaceX, sommes honorés d'avoir contribué à assurer cette nouvelle ère de vols spatiaux habités. Au nom du partenariat entre SpaceX et la NASA, félicitations pour une réalisation phénoménale et bienvenue à la Station Spatiale Internationale* ».

Dragon : « *Eh bien, merci Anna, nous apprécions tous ces bons mots et tout le monde nous remercie, mais c'était vraiment un effort magnifique de la part de toute l'équipe, de l'équipe SpaceX, de l'équipe de la NASA et d'une équipe à travers l'Amérique qui a pu réussir et ramener à nouveau les vols spatiaux humains. Nos remerciements pour tout. Heureux d'être à bord* ».



Crew Dragon Demo-2 vient de s'arrimer à l'ISS

Crew Dragon, Endeavor, fait désormais partie de l'ISS et va rester attachée quelques temps à la station spatiale ; mais pour l'instant, quelques préparatifs sont encore en cours, et aussi des vérifications de mise en sécurité du véhicule et des équipages, pour accueillir les astronautes à bord. L'expédition 63, avec son commandant de bord Chris Cassidy, prépare les caméras et installe le micro pour une retransmission TV en direct.

La trappe de la station spatiale ne sera ouverte qu'à 12h02 p.m. Central Time, soit 1h02 p.m. Eastern Time, heure de la Floride.

19h02 à Paris, Bob et Doug vont enfin bientôt pouvoir serrer les bras de leurs collègues de l'expédition 63.

Et c'est Bob Benhken qui va entrer le premier dans le module Harmony, suivi peu après par Doug Hurley :



12h22 p.m. C.T. (17h22 UTC) :
L'équipage de Crew Dragon Demo-2 rejoint l'expédition 63.

Jim Bridenstine, administrateur de la NASA, accompagné de quelques V.I.P. va accueillir Bob et Doug, en vidéo transmission dans la salle de contrôle à Houston.



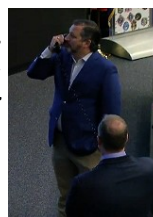
Chris Cassidy : monsieur (Jim Bridenstine), nous vous entendons bien, et fort. Bienvenue dans la Station Spatiale Internationale !

Jim Bridenstine : « merci Chris. Ravi de vous voir, et bienvenue à Bob et Doug. Je vais vous dire que le monde entier regarde cette mission et que nous sommes si fiers de tout ce que vous avez fait pour votre pays, et en fait, pour inspirer le monde ».

Doug : « nous apprécions cela monsieur. Cela a évidemment été un honneur de n'être qu'une petite partie de cela. Nous devons donner du crédit à SpaceX, au Commercial Crew Program et bien sûr à la NASA. C'est formidable de replacer les États-Unis dans ce secteur du lancement commercial, et nous sommes vraiment ravis d'être sur ce magnifique complexe ».



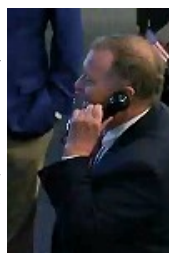
Sénateur Cruz : « Bien, félicitations messieurs, les yeux du monde sont sur vous et tout le monde est fier de vous, toute l'Amérique vous regarde ... Qu'espérez-vous bien accomplir pendant votre séjour à bord de la Station spatiale internationale ? ».



Bob : « bien sûr, avec ce nouveau véhicule, nous espérons le mettre à l'épreuve et donc le bon navire Endeavor va faire l'objet de nombreuses vérifications au cours de la semaine, ou deux à venir ici, et j'espère que nous pourrons le déclarer opérationnel. Et Doug et moi serons en mesure de soulager totalement Chris, et ses coéquipiers Ivan et Anatoli, afin que nous puissions garder la station spatiale opérationnelle, avec ses meilleures capacités. Nous sommes donc impatients de contribuer de toutes les manières possibles et, comme je l'ai dit, en essayant de garder la station spatiale aussi productive que possible ».



James Morhard (administrateur adjoint de la NASA) : « Félicitations, messieurs. Vous savez que Jim a mentionné d'aller sur la Lune, et hier, aujourd'hui, vous avez inspiré la génération Artemis qui est notre prochaine génération, et c'est de cela qu'il s'agit. Cela fait vraiment avancer les enfants que nous avons, et nos petits-enfants pour qu'ils soient de ceux qui iront dans l'espace lointain. C'est l'aube d'une nouvelle ère et nous vous remercions simplement d'être au début de celle-ci. Merci beaucoup ».



Doug : « C'était absolument un plaisir pour nous, mais c'est juste l'effort énorme d'une équipe à tous les niveaux, de SpaceX à la NASA, qui a rendu tout cela possible. Nous étions juste les chanceux qui ont piloté la fusée hier ».

Jim Bridenstine : « Ici, à Houston, le Johnson Space Center dirigé par Mark Geyer, abrite le bureau des astronautes et je lui laisse le micro... ».

Mark Geyer : « Merci Jim, c'est formidable de vous voir tous là-bas, content de vous voir Bob et Doug. Je sais que nous avons discuté ensemble il y a quelques jours... mais je veux aussi remercier Anatoli et Ivan, et bien sûr Chris, pour ce que vous faites depuis que vous êtes tous arrivés et je sais qu'il y a eu beaucoup à faire et que vous avez été très occupés et j'apprécie cela. J'apprécie aussi ce visuel de notre partenariat international : nous avons eu un partenariat formidable avec Roscosmos et nous continuerons de le faire ... C'est bien de voir l'équipage arriver de ce côté de la



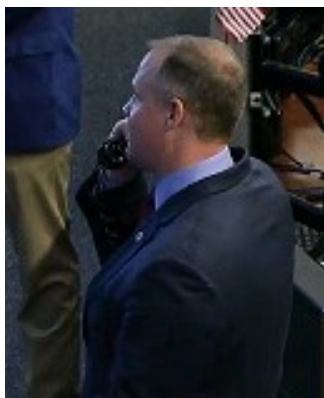
station spatiale, et donc c'était plutôt cool, après 9 ans. J'avais une question pour Chris : mais que pourriez-vous faire pour vous assurer que Bob et Doug restent plus longtemps ? Avez-vous une stratégie là-bas ? ».

Chris : « Eh bien, nous allons ralentir la vitesse à laquelle on mange et peut-être pouvons-nous tirer un peu sur nos consommables, mais c'est une excellente question. Nous devons trouver un stratagème complice ici, dans les prochains jours ».



Jim Bridenstine (administrateur de la NASA depuis 2018) :

« Je veux juste que vous sachiez que le Président est venu assister au lancement ainsi que le vice-Président et environ la moitié du cabinet était au lancement. Nous avons des membres du Congrès et des membres du Sénat, des deux côtés de l'allée, et ce fut un moment d'unité incroyable pour la nation, ce fut un moment incroyable pour le monde entier de lever les yeux au milieu de la pandémie du coronavirus, et certains autres défis. Nous avons pu avoir ce moment très... très spécial où nous pouvions tous regarder vers l'avenir et dire que les choses vont être plus brillantes demain qu'elles ne le sont aujourd'hui, et vous et l'équipe de la NASA, et l'équipe SpaceX, nous avez donné cette opportunité. Et pour cela, nous vous sommes si, si reconnaissants. Je m'en voudrais aussi, en tant qu'administrateur de la NASA, si je ne faisais pas la promotion de ce qui vient ensuite et bien sûr ce n'est que le début : nous nous lançons maintenant à nouveau en orbite terrestre basse mais nous irons bientôt sur la Lune. Nous irons sur la Lune de manière durable avec des partenaires commerciaux et des partenaires internationaux ; nous allons utiliser les ressources de la Lune pour apprendre à vivre et travailler pendant de longues périodes ; au final, nous allons acquérir toutes ces connaissances, et nous allons aller sur Mars. Et, bien sûr, cette fois, lorsque nous allons sur la Lune, nous y allons avec un corps d'astronautes hautement qualifiés, très diversifié, qui comprend des femmes et c'est pourquoi nous appelons le programme Artemis, du nom de la sœur jumelle d'Apollon et, elle, dans la mythologie grecque était la divinité de la Lune. C'est le début. Il y a donc tellement, tellement plus à venir et je suis heureux que vos représentants du Johnson Space Center soient ici parce que nous allons leur demander de financer ce projet... et quelle journée incroyable que vous, les gars, nous avez donnée. Donc, merci, merci, merci non seulement pour moi et les gens ici, mais aussi des États-Unis d'Amérique et des gens du monde entier. Je suis plus populaire sur Twitter que je ne l'ai jamais été et c'est grâce à vous les gars. Je vous remercie ».



Nos deux astronautes Bob et Doug sont arrivés à la station

spatiale, pour un petit séjour, comparativement à l'habitude. Il va s'agir pour eux de compléter quelques vérifications et tests sur Crew Dragon pour qualifier le véhicule comme « bon pour le service équipage », et rassurer leurs homologues russes, qui ne sont pas encore autorisés par Roscosmos à l'emprunter.



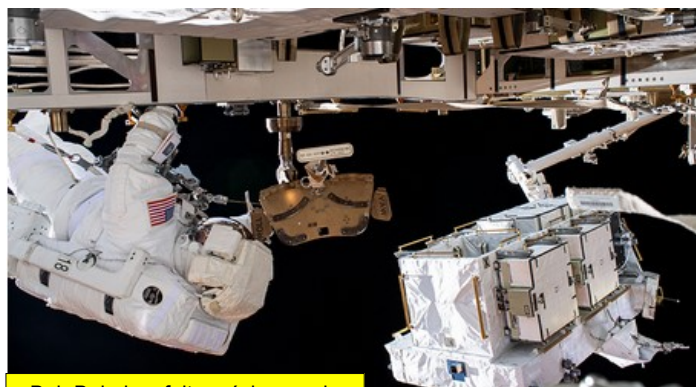
Vue de la Station Spatiale Internationale avec Crew Dragon amarré ainsi que le cargo de ravitaillement japonais HTV-9 (en juillet 2020).

Lors de cette expédition 63, Bob Behnken va assurer avec Chris Cassidy plusieurs sorties dans l'espace :

- 26 juin 2020 : 6 heures et 7 minutes,
- 1er juillet : 6 heures et 1 minute,
- 16 juillet : 6 heures,
- 21 juillet : 5 heures et 29 minutes,



Les scaphandres des sorties extravéhiculaires américain (à gauche) et russe (à droite).



Bob Behnken fait un échange de batteries le 26 juin 2020.



Scaphandre pour sortie dans l'espace accompagné des deux mascottes apportées par Crew Dragon demo 1 et demo 2.

Bob et Doug ont donc assisté leurs trois collègues astro-

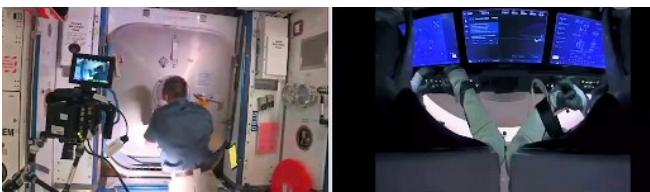


nautes de l'expédition 63 pendant 2 mois avec des sorties de maintenance à l'extérieur de l'ISS mais aussi en participant activement à la réalisation d'expériences dans ce grand la-



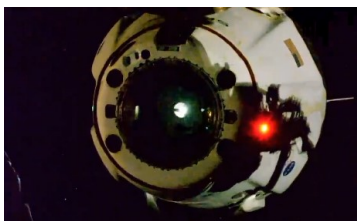
Bob et Doug manipulent le matériel scientifique à bord de l'ISS.

boratoire spatial. Et le 29 juillet 2020, ils se préparent pour leur retour sur la terre ferme. La NASA et SpaceX maintiennent le « Go » mais le facteur essentiel dans l'histoire est bien entendu la météo. La cible de départ est donnée pour 7:34 P.M E.T. le 1er août, heure prévue du désamarrage de Crew Dragon. Le retour de la capsule est aussi une phase de test à réussir pour SpaceX afin de compléter la certification du véhicule. Le programme Commercial Crew Program désire un moyen de transport sûr, fiable et à bon coût pour aller et revenir de la station spatiale, qui pourra permettre d'augmenter le temps consacré à la recherche, accroître les opportunités de découvertes à bord de ce banc d'essai pour l'exploration humaine, et préparer ainsi l'exploration de la Lune et de Mars.



Fermeture du sas de l'ISS. Bob et Doug sont installés dans la capsule Crew Dragon.

Et le 1er août 2020, CrewDragon va quitter la Station Spatiale Internationale avec ses deux passagers Bob et Doug à bord. Chris, Ivan et Anatoli resteront jusqu'en octobre dans la station spatiale. La séquence de libération de la capsule est lancée, les propulseurs Dracos sont ok.



Et c'est le dimanche 2 août que Crew Dragon va faire son plongeon dans la mer après une rentrée atmosphérique correcte ; les parachutes principaux se sont déployés à 6 000 pieds (environ 1800 mètres) alors que la vitesse de Crew Dragon était voisine de 200 km/h. A 18h48 UTC, Crew Dragon est dans l'eau du Golfe du Mexique et va pouvoir être récupéré par le navire de SpaceX « GO Navigator », spécialement équipé pour réaliser cette opération. Chose inattendue des équipes de la NASA et de SpaceX :



une multitude de petits bateaux privés vont entourer la capsule avant que les équipes spécialisées de SpaceX soient sur place ; un problème de sécurité à prendre en compte pour la prochaine fois car des émanations dangereuses et résiduelles des propulseurs Dracos, alimentés en hydrazine et tétr oxyde d'azote, des gaz très dangereux à inhaler, étaient susceptibles d'être produites.



La foule des curieux en bateau...



Les techniciens SpaceX sont bien observés.

Bob et Doug vont encore être balancés au rythme des vagues un certain temps avant que Crew Dragon soit monté à bord du bateau spécialisé « GO Navigator ».

Bob et Doug avaient déjà déclaré que la montée vers l'ISS était comme chevaucher un dragon, mais le retour a dû être aussi vibrant et chaud. Et le blanc immaculé de la capsule a disparu... c'était vraiment chaud au retour.

et les performances enregistrées durant ce vol historique.

Les astronautes Bob Behnken et Doug Hurley ont décrit les grondements, la chaleur et les secousses du retour de l'espace dans le vaisseau spatial Crew Dragon ce dimanche 2 août 2020.



Bob à la conférence au NASA's Johnson Space Center à Houston.

Behnken a décrit de manière vivante les nuages qui se précipitaient près de la fenêtre et les secousses qui ressemblaient à être frappé à l'arrière de son siège par une batte de baseball :

« Alors que nous descendions dans l'atmosphère, j'ai personnellement été surpris de la rapidité avec laquelle les événements se sont déroulés. Il me semblait que quelques minutes plus tard, une fois les brûlures de la rentrée atmosphérique terminées, nous pouvions regarder par les hublots et voir les nuages se précipiter, mais une fois descendu un peu plus dans l'atmosphère, Dragon devient réellement vivant, les propulseurs se mettent en marche pour maintenir la capsule dans la bonne direction, l'atmosphère génère du bruit, ça gronde à l'extérieur, et vous ressentez tout ça dans votre corps, vous êtes ballotté au rythme des corrections de trajectoire. Au fur et à mesure de la descente dans l'atmosphère, les grondements augmentent et les propulseurs marchent de manière continue, et ça ne ressemble pas à une machine mais à un animal ». Au retour de la Station Spatiale Internationale, la section équipage doit se séparer du « trunk », qui comporte les panneaux solaires et les radiateurs d'évacuation de la chaleur. « Tous les événements de séparation, de la séparation du trunk, aux tirs de parachutes, ressemblaient beaucoup à se faire frapper à l'arrière du fauteuil avec une batte de baseball, assez léger pour la séparation du trunk mais avec les parachutes, c'était une secousse assez importante », a déclaré Bob Behnken. Toutefois, les astronautes ont déclaré que le vaisseau spatial avait fonctionné comme prévu.

Crew Dragon Demo-2 est le dernier vol d'essai de SpaceX qui fournit des données sur les performances de la fusée Falcon 9, du vaisseau spatial Crew Dragon et des systèmes au sol, ainsi que sur les opérations en orbite, l'amarrage, l'amerrissage et la récupération.

L'achèvement de la démo-2 et l'examen de la mission et du vaisseau spatial permettent à la NASA de certifier le système de transport d'équipages de SpaceX pour les vols réguliers transportant des astronautes vers et depuis la station spatiale.

SpaceX prépare déjà le matériel pour la mission suivante appelée Crew-1, qui est programmée pour partir le 31 octobre de cette année avec un nouvel équipage de trois astronautes de la NASA : Shannon Walker, Victor Glover, Mike Hopkins, et l'astronaute japonais Soichi Noguchi de la JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency).

Pour la NASA et SpaceX, cela sera la première mission de rotation des équipages commerciaux vers la Station Spatiale Internationale, et les astronautes resteront le temps normal d'une mission vers l'ISS qui est de six mois.

Entre temps, la mission 64, avec un équipage lancé par Roscosmos avec Soyouz à Baïkonour le 14 octobre, composé de l'astronaute américaine Kate Rubins, et des cosmonautes russes Sergey Ryzhikov et Sergey Kud-Sverchkov, va permettre le retour de la mission 63 au Kazakhstan un peu plus tard, le 21 octobre. La station spatiale accueillera aussi les cargos ravitailleurs, comme le Cygnus de Northrop Grumman, avec 8 t de ravitaillement et expériences diverses, lancé par une fusée Antares à partir du NASA's Wallops Flight Facility en Virginie, le 1er octobre 2020 si météo favorable.



Crew Dragon, avec Robert Behnken and Douglas Hurley à bord, a plongé dans le golf du Mexique au large de la côte de Pensacola, Floride, à 2:48 p.m. ET, le dimanche 2 août 2020. La capsule spatiale est récupérée par le navire « GO Navigator ».

Ce retour de Bob et Doug était le premier amerrissage d'astronautes américains depuis l'amerrissage de Thomas Stafford, Vance Brand, et Donald Slayton dans l'océan Pacifique, au large d'Hawaii le 24 juillet 1975, à la fin du projet test Apollo-Soyouz. Crew Dragon Endeavor va retourner dans son repaire en Floride pour inspection et traitement. Les équipes techniques vont examiner les données

Après le succès de Crew Dragon Demo-2, la NASA et SpaceX vont démarrer formellement le transport des équipages à partir du sol américain mais, comme nous l'avons vu précédemment, la NASA ne devrait pas abandonner son partenariat avec Roscosmos car de toute façon, la station spatiale comporte un imposant segment russe.



La NASA a dévoilé officiellement la composition du prochain équipage de Crew Dragon avec le portrait officiel de l'équipage de SpaceX Crew-1 :

(de gauche à droite) les astronautes de la NASA Shannon Walker, Victor Glover, Mike Hopkins et l'astronaute Soichi Noguchi de la JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency).

La NASA et SpaceX entament donc une cadence régulière de missions avec des astronautes qui sont lancés par une fusée américaine depuis le sol américain vers la Station Spatiale Internationale dans le cadre du programme d'équipage commercial de la NASA. Le SpaceX Crew-1 de la NASA est la première mission de rotation d'équipage avec quatre astronautes volant sur un vaisseau spatial commercial, et la première avec un partenaire international.

Les astronautes de CREW-1 ont nommé le vaisseau spatial RESILIENCE, soulignant le dévouement des équipes impliquées dans la mission et pour démontrer que lorsque nous travaillons ensemble, il n'y a pas de limite à ce que nous pouvons accomplir. Ils l'ont nommé en l'honneur de leurs familles, collègues et concitoyens. Le lancement est prévu pour le samedi 31 octobre à partir du complexe de lancement 39A du centre spatial Kennedy de la NASA en Floride.

Hopkins et Glover ont été affectés à la mission Crew-1 en 2018 et ont commencé à travailler et à s'entraîner sur le vaisseau spatial de nouvelle génération de SpaceX. Walker et Noguchi ont rejoint l'équipage plus tôt cette année. L'équipage est prévu pour un séjour de longue durée à bord du laboratoire en orbite, effectuant des travaux scientifiques et de maintenance. Les quatre astronautes devraient revenir au printemps 2021.

Michael Hopkins est le commandant de la mission Crew Dragon Crew-1. Hopkins est responsable de toutes les phases du vol, du lancement à la rentrée. Il servira également comme ingénieur de vol de l'expédition 64 à bord de la station. Sélectionné comme astronaute de la NASA en 2009, Hopkins a passé 166 jours dans l'espace en tant que membre d'équipage de longue durée des expéditions 37 et 38, et a effectué deux sorties dans l'espace totalisant 12 heures et 58 minutes.

Victor Glover est le pilote du Crew Dragon et commandant en second de la mission. Glover est responsable des systèmes et des performances des engins spatiaux. Il sera également un membre d'équipage de longue durée de la station spatiale. Sélectionné comme astronaute en 2013, ce sera son premier vol spatial.

Shannon Walker est une spécialiste de mission pour Crew-1, et va travailler en étroite collaboration avec le commandant et le pilote pour surveiller le véhicule pendant les phases de lancement dynamique et de retour du vol. Elle sera également responsable de la surveillance des délais, de la télémétrie et des consommables, comme les niveaux de carburant et d'atmosphère. Une fois à bord de la station, Walker deviendra ingénieur de vol pour l'expédition 64. Sélectionnée comme astronaute de la NASA en 2004, Walker s'est lancée vers la Station Spatiale Internationale à bord du vaisseau spatial russe Soyouz TMA-19 en tant que copilote, et a passé 161 jours à bord du laboratoire en orbite. Plus de 130 expériences de microgravité ont été menées pendant son séjour dans des domaines tels que la recherche humaine, la biologie et la science des matériaux.

Soichi Noguchi sera également un spécialiste de mission pour Crew-1. Il a été sélectionné en mai 1996 comme candidat astronaute par l'Agence nationale de développement spatial du Japon (NASDA, actuellement l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale). Noguchi est un vétéran de deux vols spatiaux. Lors de la mission de la navette spatiale STS-114 en 2005, Noguchi est devenu le premier astronaute japonais à effectuer une sortie dans l'espace à l'extérieur de la station spatiale. Il a effectué un total de trois sorties dans l'espace au cours de la mission, accumulant 20 heures et 5 minutes de travail dans l'espace.

Lors de cette mission, des radis seront cultivés dans l'ISS. Cette plante modèle est nutritive, pousse rapidement et est génétiquement similaire à Arabidopsis, une plante fréquemment étudiée en microgravité. Les résultats pourraient aider à optimiser la croissance des plantes dans l'espace et fournir une évaluation de leur nutrition et de leur goût.

Les scientifiques utilisent la microgravité pour tester des médicaments à base d'acides ribonucléiques messagers (ARNm) pour traiter la leucémie.

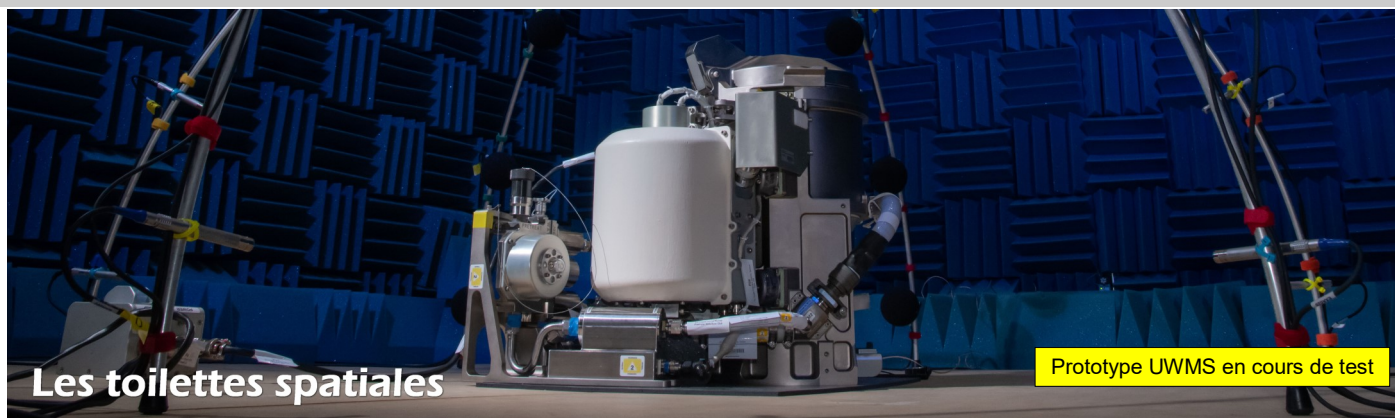
Une nouvelle toilette a été envoyée vers la station spatiale, et présente un certain nombre de fonctionnalités qui améliorent l'usage actuel des toilettes spatiales, et aident à préparer de futures missions, y compris celles sur la Lune et sur Mars (détail ci-après).

Au cours de leur séjour sur le laboratoire en orbite, les astronautes de Crew-1 verront une gamme d'engins spatiaux non pilotés, notamment le Northrop Grumman Cygnus, la prochaine génération de vaisseau spatial SpaceX Cargo Dragon et le Boeing CST-100 Starliner lors de son test en vol sans équipage vers la station.

Les astronautes effectueront également diverses sorties dans l'espace et accueilleront les équipages du véhicule russe Soyouz et du prochain SpaceX Crew Dragon en 2021.

SpaceX Crew-2 sera lancé au printemps 2021 avec Shane Kimbrough, Thomas Pesquet (notre astronaute français), Megan McArthur et Akihiko Hoshide.

La mission Crew-1 est une étape majeure du programme Commercial Crew de la NASA.



Les toilettes spatiales

C'est la vieille question de l'ère spatiale : comment les astronautes vont-ils aux toilettes dans l'espace ? Les processus biologiques humains les plus élémentaires deviennent difficiles hors de la planète, en partie à cause du manque de gravité.

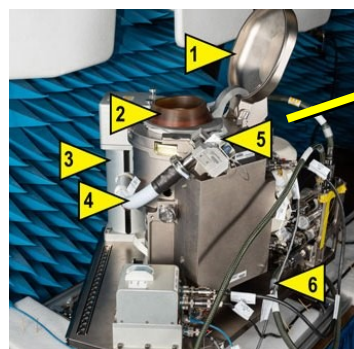
La nouvelle toilette spatiale de la NASA offre plus de confort et une efficacité améliorée pour les missions dans l'espace, et sa mise en place récente dans la Station Spatiale Internationale ne vise pas seulement le confort des astronautes à bord de l'ISS mais aussi le confort des astronautes sur la Lune et ensuite au-delà, vers l'espace lointain. Ce système universel de gestion des déchets (UWMS), a été expédié à la Station Spatiale Internationale lors de la 14^{ème} mission de réapprovisionnement avec le cargo Northrop Grumman en septembre dernier. La clé du dispositif : un concept de conception centrale qui peut être facilement intégré dans différents engins spatiaux et systèmes de support de vie. Sur des plateformes comme la station spatiale où les astronautes vivent et travaillent pendant de longues périodes, l'UWMS alimentera de l'urine prétraitée dans un système régénératif, qui recycle l'eau pour une utilisation ultérieure. Pour les missions de courte durée, comme Artemis II, UWMS fonctionnera également avec un système où les déchets ne sont pas prétraités par des produits chimiques mais sont simplement stockés pour être éliminés. Les toilettes ont été conçues pour répondre aux besoins des astronautes sur le confort et la facilité d'utilisation. Sa construction est 65 % plus petite et 40 % plus légère que les toilettes actuelles de l'ISS. Une meilleure intégration avec d'autres composants du réseau d'eau de la station spatiale aidera à recycler plus d'urine, ce que les astronautes boivent après avoir été filtrée et traitée... eh, oui. Le système régénératif de survie de la station spatiale est essentiel pour réduire le réapprovisionnement en eau supplémentaire depuis la Terre. Les missions lunaires initiales auront une durée plus courte, de sorte que ces systèmes complexes peuvent ne pas être nécessaires. Cependant, les missions aller-retour vers Mars, prendront environ deux ans et il n'y aura aucune possibilité de compléter l'approvisionnement en eau. L'objectif de la NASA est d'atteindre un taux de recyclage de 98 % avant les premières missions humaines à bord d'un véhicule de transport vers Mars. La station spatiale

est actuellement le seul site d'essai dans l'espace pour valider ces systèmes de survie et de recyclage à long terme. En l'absence de gravité, les toilettes spatiales utilisent un flux d'air pour retirer l'urine et les excréments du corps, et les envoyer dans les récipients appropriés. Une nouvelle fonctionnalité de l'UWMS est le démarrage automatique du flux d'air lorsque le couvercle des toilettes est soulevé, ce qui contribue également au contrôle des odeurs. Une conception plus ergonomique nécessitant moins de temps de nettoyage et de maintenance, avec des pièces résistantes à la corrosion et durables permet de réduire la maintenance en dehors du calendrier établi : moins de temps consacré à la plomberie donne plus de temps à l'équipage pour se consacrer à la science et autres tâches prioritaires. L'équipage utilise un entonnoir et un tuyau de forme spéciale pour l'urine, et le siège pour les selles. L'entonnoir et le siège peuvent être utilisés simultanément. Le siège UWMS peut paraître inconfortablement petit et pointu, mais en microgravité, c'est bien. Il offre un contact corporel idéal pour s'assurer que tout va où il le devrait. L'UWMS comprend des repose-pieds et des poignées permettant aux astronautes de s'empêcher de flotter et autorisent le positionnement différent selon les personnes. Le papier hygiénique, les lingettes et les gants sont jetés dans des sacs étanches. Les déchets solides dans des sacs individuels étanches sont compactés dans une boîte amovible de stockage des matières fécales. Un



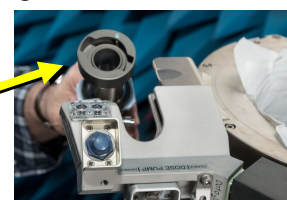
Cabine de toilettes double, comme les toilettes publiques sur Terre, installée sur la station spatiale. Cela abrite le compartiment d'hygiène des déchets existant, et UWMS.

ront une durée plus courte, de sorte que ces systèmes complexes peuvent ne pas être nécessaires. Cependant, les missions aller-retour vers Mars, prendront environ deux ans et il n'y aura aucune possibilité de compléter l'approvisionnement en eau. L'objectif de la NASA est d'atteindre un taux de recyclage de 98 % avant les premières missions humaines à bord d'un véhicule de transport vers Mars. La station spatiale



Universal Waste Management Unit

- 1 : couvercle,
- 2 : siège,
- 3 : réservoir de prétraitement de l'urine,
- 4 : tuyau pour l'urine,
- 5 : point d'attache de l'entonnoir pour l'urine (non visible ici),
- 6 : UTS (point d'attache du système de transfert d'urine).



5 : l'entonnoir est placé sur cet embout, et peut donc être nettoyé et désinfecté facilement.

petit nombre de contenants de matières fécales sont renvoyés sur Terre pour évaluation, mais la plupart sont chargés dans un cargo qui brûle à la rentrée dans l'atmosphère terrestre. Actuellement, les déchets fécaux ne sont pas traités pour la récupération de l'eau, mais la NASA étudie cette possibilité.

C'est arrivé ce jour-là...

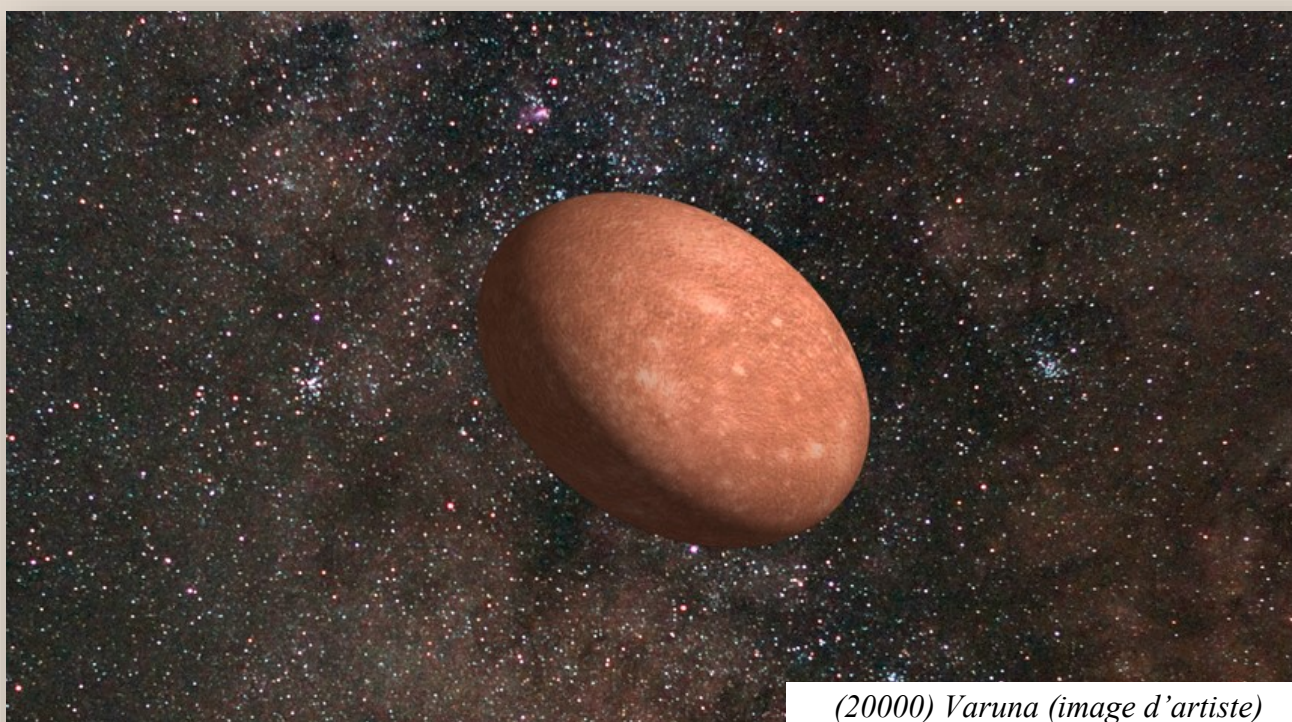
Novembre 2000, il y a 20 ans

(20000) Varuna est un objet transneptunien de 700 km de diamètre. Cet astre de la ceinture de Kuiper est une planète naine potentielle. Il a été découvert en novembre 2000 par l'astronome américain Robert McMillan à l'observatoire de Kitt Peak avec un télescope de 90 cm de diamètre. Les études photométriques de Varuna, qui permettent d'établir des courbes de lumière, indiquent qu'il est animé d'une rotation rapide. Deux hypothèses sont alors avancées : l'objet est plutôt sphérique avec un albédo variable, ou il a une forme allongée. L'objet est sphérique avec une région qui possède un albédo plus élevé que le reste de la surface, d'où le pic de lumière dans la courbe. Sa période de rotation serait alors de 3h 10 et, même avec une densité égale à celle de l'eau, sa rotation serait supérieure à la rotation critique de 3h 18, au-delà de laquelle il se désintégrerait. Plus probablement, il a une forme allongée avec deux pics de lumière qui correspondent aux sommets de l'ellipsoïde : il ressemble à un ballon de rugby. Sa rotation est donc égale à 6h 20, ce qui reste très élevé pour un astre de cette taille. Sa forme allongée est très probablement la conséquence de la vitesse de rotation éle-

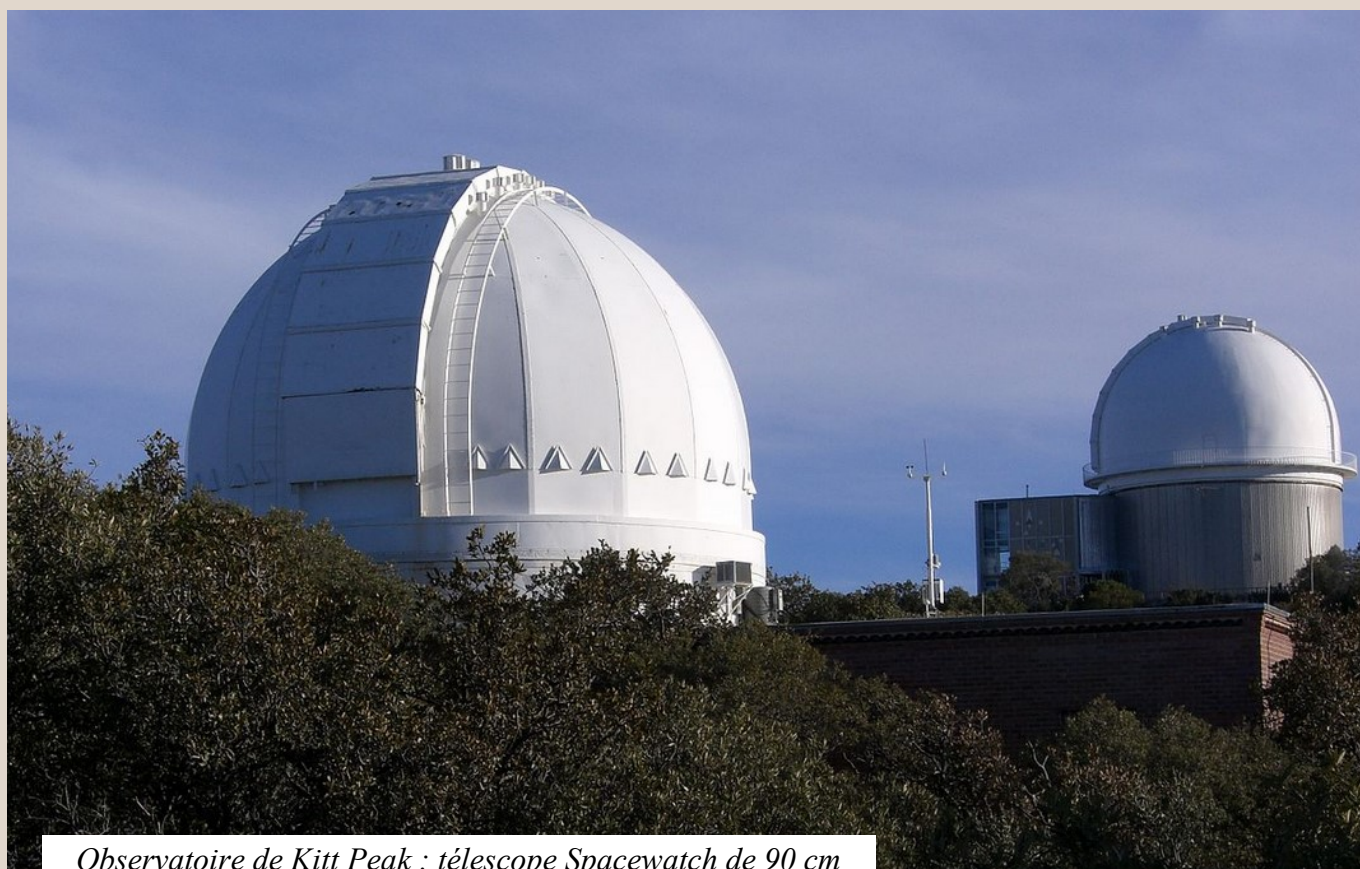


Robert McMillan

vée. Cette rotation peu commune pour un objet aussi massif serait due à une collision pendant la période de formation du système solaire, époque durant laquelle les collisions étaient plus fréquentes. En 2019, des analyses plus fines de la courbe de lumière suggèrent la présence d'un possible



(20000) Varuna (image d'artiste)



Observatoire de Kitt Peak : télescope Spacewatch de 90 cm

satellite en orbite proche, mais la proximité du satellite combinée à la distance de Varuna font que même les télescopes spatiaux n'ont pas la résolution requise pour l'observer. En se basant sur le modèle d'ellipsoïde, la densité de Varuna vaudrait $0,992 \text{ g/cm}^3$, soit légèrement



(20000) Varuna par le télescope spatial Hubble

inférieure à la densité minimale, 1 g/cm^3 , celle de l'eau, pour faire partie des planètes naines. Varuna ferait partie d'une catégorie d'objets intermédiaires, entre 400 et 1000 km de diamètre, partiellement différenciés. Avec une magnitude 20, il est relativement lumineux pour un objet aussi éloigné (distance moyenne = 6,4 milliards de km). Des mesures spectroscopiques révèlent une surface modérément rouge, due à la présence de composés organiques. On y voit également des raies d'absorption caractéristiques de la glace d'eau. Les planétologues ont déjà élaboré des calculs de trajectoires pour effectuer un survol de Varuna. Certaines utilisent l'assistance gravitationnelle de Jupiter seule, d'autres avec Saturne ou Uranus. Les dates de lancement s'échelonnent entre 2025 et 2038 selon les scénarios pour un survol en 2050, Varuna serait alors proche de son aphélie à 6,75 milliards de km du Soleil.

Octobre 1980, il y a 40 ans

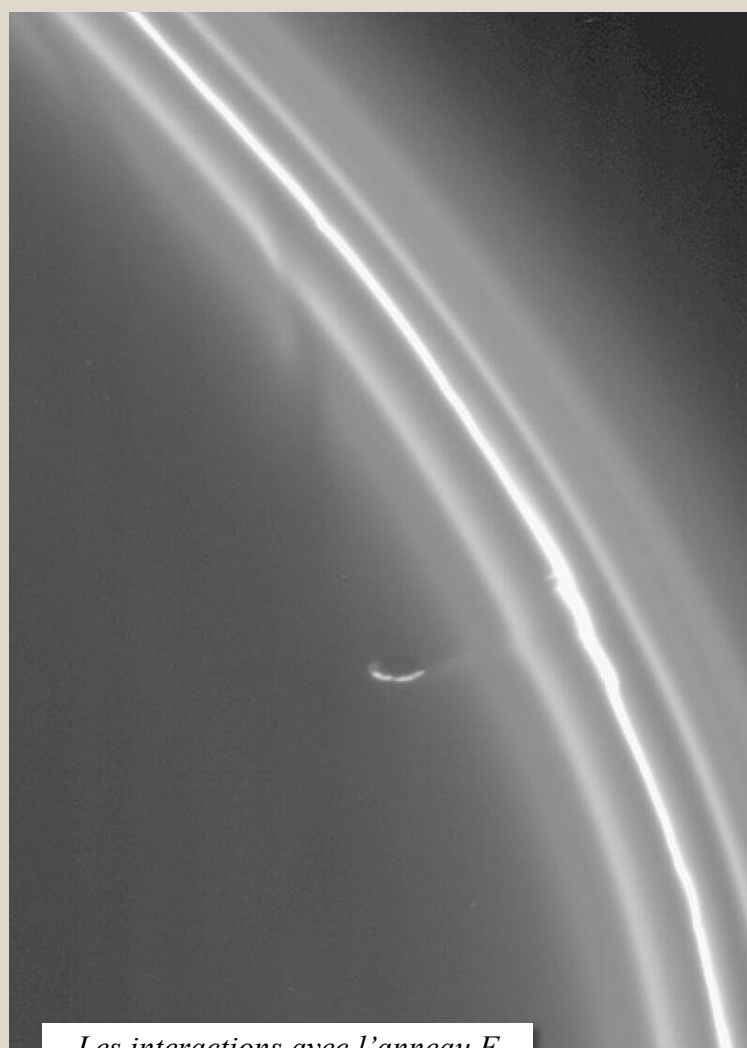
Novembre 1980, Voyager 1 survole Saturne. Sur les photographies de la planète et de son cortège de satellites prises en octobre, Collins et Carlson découvrent un nouvel objet, initialement baptisé S/1980 S 27 qui devient Prométhée. C'est le 5^e satellite à partir de la planète. Il a une forme allongée de 119 km par 87 km par 61 km. Prométhée est un satellite très poreux et glacé. Il circule à l'intérieur de l'anneau F avec lequel il interagit. La sonde Cassini a révélé que Prométhée est en résonance avec d'autres satellites de Saturne : avec Pandore de masse similaire mais qui circule de l'autre côté de l'anneau F et avec Atlas, une lune bien plus petite le long du bord externe de l'anneau A. Toutes les 15 heures, Prométhée s'approche du bord interne de l'anneau F et son faible champ de gravité attire les fines particules de l'anneau et provoque des vagues dans l'anneau. La surface de Prométhée semble moins cratérisée que ses voisins, Pandore, Janus et Epiméthée, mais on y voit des falaises et des vallées.



Voyager 1



Prométhée



Les interactions avec l'anneau F

Novembre 1900, il y a 120 ans

La grande lunette de Paris est la lunette la plus grande jamais construite. C'est grâce à l'exposition universelle de Paris de 1900 qu'elle a vu le jour. D'une longueur focale de 57 m, l'instrument était destiné, dès le départ, à rester en position horizontale. Un jeu de miroir (sidérostat) dont un miroir mobile de 2 m de diamètre, dirigeait la lumière vers la lentille. Avec une telle focale, le grossissement de base était de 500x avec un champ de vision de 3 minutes d'arc. L'instrument n'était pas fait pour des observations scientifiques mais plutôt comme un instrument de vulgarisation scientifique, cependant quelques astronomes l'ont néanmoins utilisé pour observer et photographier les taches solaires (Théophile Moreux), les nébuleuses (Antoniadi) et la surface de la Lune (Charles le Morvan) en no-



vembre 1900. A la fin de l'exposition, l'instrument n'a pas trouvé d'acquéreur. Il a été démantelé, les lentilles et le miroir sont entreposés à l'observatoire de Paris.

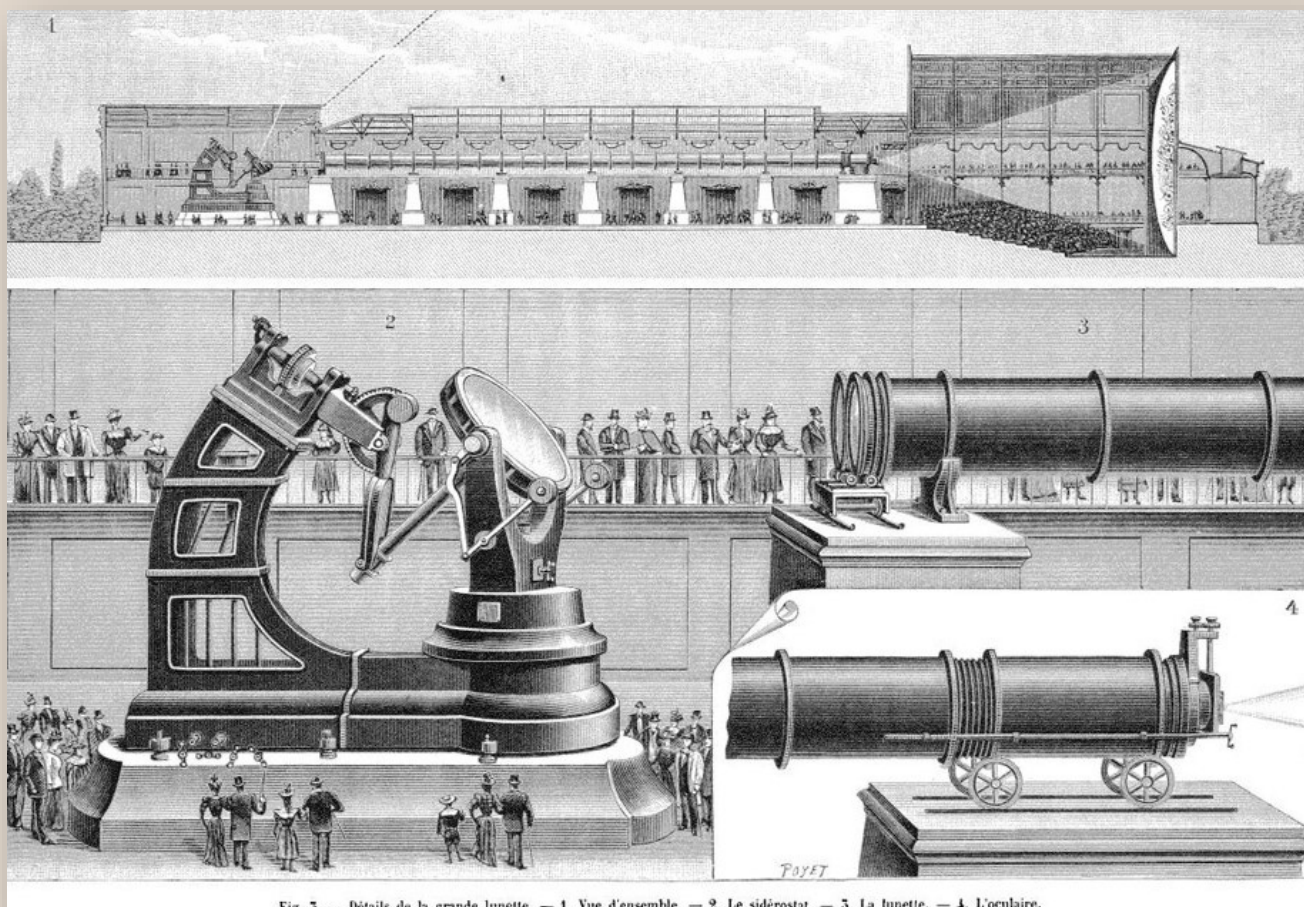


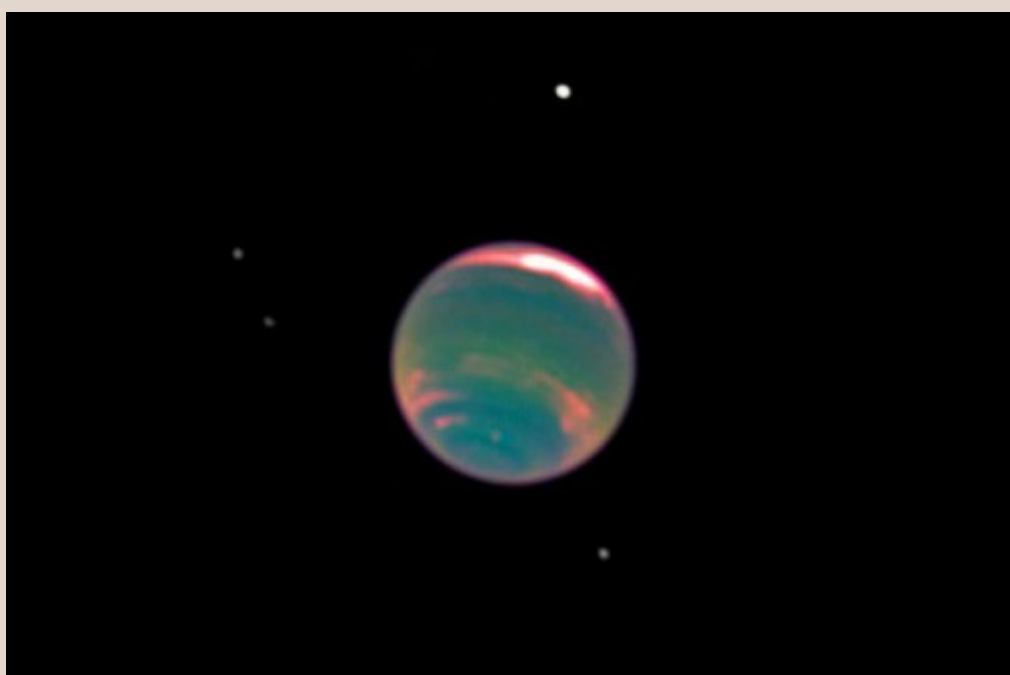
Fig. 3. — Détails de la grande lunette. — 1. Vue d'ensemble. — 2. Le sidérostat. — 3. La lunette. — 4. L'oculaire.

Octobre 1880, il y a 140 ans

William Lassell est un astronome britannique. Il n'a pas débuté sa carrière dans l'astronomie mais dans une brasserie et c'est comme brasseur qu'il a fait fortune ce qui lui a permis de s'acheter du matériel et même de se construire un observatoire. C'est près de Liverpool qu'il implante son observatoire équipé d'un télescope de 60 cm sur monture équatoriale. William Lassell a lui-même taillé et poli le miroir, il est également pionnier dans l'utilisation des montures équatoriales. Pour améliorer la qualité optique des instruments, il expérimente différents alliages de métaux pour réaliser les miroirs. Grâce à ses instruments, il découvre Triton le 10 octobre 1846, le plus gros satellite de Neptune, seulement 17 jours après la découverte de la planète elle-même. En 1848, il découvre Hypérion, un satellite de Saturne et en 1851, Ariel et Umbriel, des satellites d'Uranus. En 1855, il construit un télescope avec un miroir de 1,20 m de diamètre et, pour bénéficier de meilleures conditions climatiques que dans les îles britanniques, il l'installe sur l'île de Malte. Il décède le 5 octobre 1880. En son honneur, l'astéroïde (2636) porte son nom. Il a un cratère à son nom sur la Lune et un autre sur Mars. Un des anneaux de Neptune porte également son nom aux côtés des anneaux Galle, Le Verrier, Arago et Adams. L'anneau Lassell est le 3^e en partant de la planète.



William Lassell (1799 - 1880)



Neptune et ses satellites par le télescope spatial Hubble

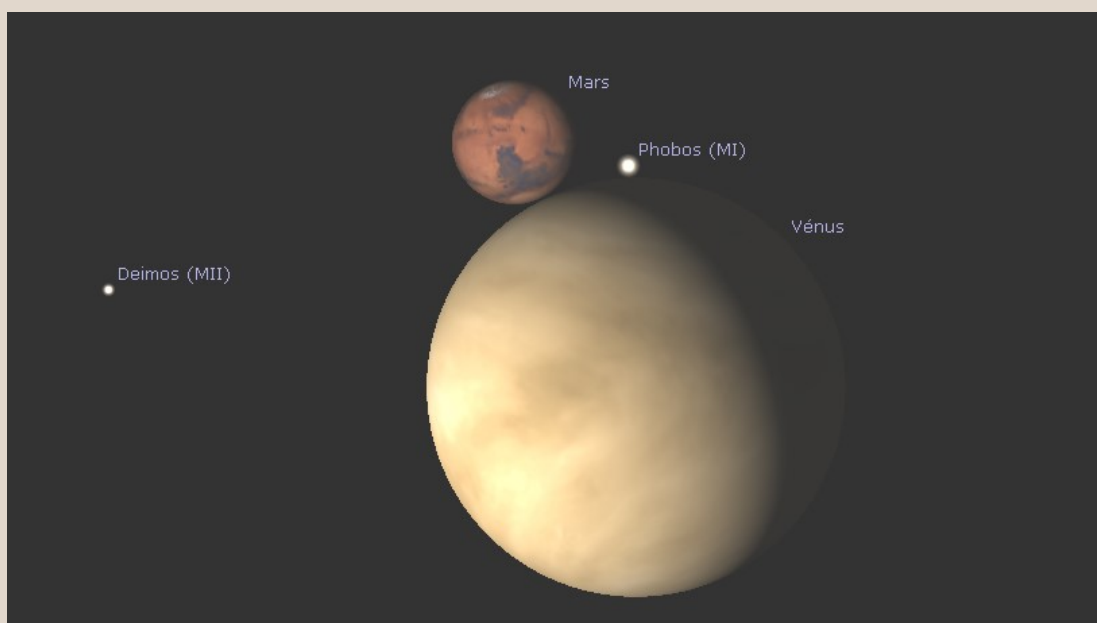
Octobre 1590, il y a 430 ans

Michael Maestlin (1550 – 1631) est un astronome et mathématicien allemand. Il a étudié à Tübingen, une ville réputée de la région du Wurtemberg. En 1580, il devient professeur à l'université de Heidelberg, puis il enseigne l'astronomie à l'université de Tübingen. A cette époque, il enseigne la représentation géocentrique du système solaire, le modèle traditionnel de Ptolémée. Mais il est néanmoins un des premiers à accepter la représentation héliocentrique avancée par Nicolas Copernic. Parmi ces étudiants, Johannes Kepler (1571 – 1630) avec qui il correspondait et qui devint rapidement un adepte du système copernicien. Après ses études, Kepler est devenu l'assistant du célèbre Tycho Brahe. Le 13 octobre 1590, Maestlin observe une occultation de Mars par Vénus. Dans cette configuration, Mars derrière Vénus, le diamètre apparent de la planète rouge est forcément proche du minimum (moins de 4'' en l'occurrence). Il semblerait que Maestlin soit également à l'origine de l'adoption du système héliocentrique par Galilée.



MICHAEL MÆSTLINUS.
Matheseos Prof. Tubing

Michael Maestlin (1550 - 1631)



Simulation Stellarium de la conjonction Mars - Vénus vue de Paris le 13 octobre 1590



Test Matériel iOptron AZ Mount Pro

Fabien

Chez iOPTRON, une marque américaine basée à Boston, on fabrique des montures de conceptions assez originales. La AZ Mount Pro ne fait pas exception.

Il s'agit d'une monture astronomique AZ Goto, c'est-à-dire une monture informatisée dont les moteurs bougent l'instrument de haut en bas et de gauche à droite.

L'avantage d'une monture AZ Goto est qu'il n'est pas nécessaire de faire de mise en station (de s'aligner sur l'étoile polaire). L'installation est donc plus rapide, et possible même de jour (pour observer le soleil), ou si l'étoile polaire est difficile à voir (nuages, arbres, habitation), ce qui est souvent mon cas, quand j'organise une soirée d'observation en public.

L'inconvénient c'est qu'elles ne sont pas (en théorie) adaptées à l'astrophotographie.

Il y a beaucoup de modèles de montures AZ Goto, chez Celestron, Meade ou Skywatcher, mais le plus souvent solidaires d'un instrument. L'originalité de la tour iOPTRON, c'est qu'on peut mettre n'importe quel instrument de son choix. On peut jongler entre une petite lunette, une lunette solaire, ou encore un plus gros tube. Avec une charge maximum de 15 kg, on peut y mettre, au maximum, un C11.

Le modèle AZ Mount Pro, est la toute dernière version, sortie en 2020, de la famille CubePro/MiniTower de iOptron. Ses dimensions sont très compactes (25 cm de hauteur), et son poids de 7 kg, la rendent beaucoup plus facilement transportable qu'une EQ6 par exemple.

Elle a comme principaux avantages :

- une batterie lithium intégrée, d'une capacité de 10 heures, ce qui est bien pratique pour éviter d'avoir des tas de fils à brancher,
- un GPS intégré, pas besoin de saisir le moindre réglage d'heure ou de lieu,
- elle est pilotable avec un smartphone ou un PC, avec son module wifi intégré; il est possible aussi de la piloter plus classiquement avec un cordon RS232/USB,
- elle est fournie avec une valise de rangement en métal.

Mise en oeuvre...

Pour ce qui est de la simplicité de mise en route, il est probablement impossible de mieux faire !

Il faut juste placer la monture orientée (approximativement) vers le sud, et on s'assure que la tête est bien horizontale, avec le niveau à bulle intégré.

Attention, la position de départ est instrument à la verticale, ce qui peut poser problème si celui-ci est long (interférence avec le trépied).

On allume la monture, elle démarre automatiquement une phase de calibration qui consiste à faire un tour complet, pour repérer le zéro des axes et parfaire l'horizontale.

Comme la monture a un GPS intégré, il n'y a aucun paramètre à saisir.

Automatiquement, à la fin de la calibration, la monture part pointer sur un objet lumineux. On est déjà au bon angle d'altitude, il ne reste qu'à corriger avec les touches gauche/droite, et on tombe pile sur l'objet.

La procédure de pointage par défaut est donc un pointage sur une seule étoile, ce qui suffit effectivement dans 80% des cas.

Avec la raquette, plutôt bien conçue, on peut choisir d'autres modes de pointage : sur 2 ou 3 étoiles, ainsi qu'un mode supplémentaire (pointage sur le nord).

Pour l'observation du soleil, il faut chercher un peu dans le menu de la raquette, mais on arrive à se caler sur le mouvement du soleil, après validation d'un écran d'avertissement, puis en allant sélectionner la vitesse de suivi solaire.



Vis de réglage de l'horizontale (iOptron référence IO8340)

Platine alu (fabriquée spécialement chez www.usineur.fr)

Colonne Skywatcher

Autocollant double-face (pour éviter la rotation de la colonne)

Le trépied...

Je ne voulais pas de trépied, car j'ai déjà celui de mon EQ6.

Pour utiliser le trépied de l'EQ6, il m'a fallu faire un peu de bricolage.

J'ai acheté une colonne de réhausse, car la monture AZ Mount Pro est très compacte et les instruments longs ont tendance à taper dans le trépied. La colonne place la monture 20 cm plus haut, ce qui me permet de ne plus avoir de problème, par exemple, avec un Newton de 200 mm. La vis M12 fournie de base avec cette colonne ne convient pas. Je l'ai coupée et remplacée par une vis plus longue.

Pour faire la mise à niveau de la monture, on peut jouer sur la longueur des jambes du trépied, mais ce n'est vraiment pas pratique. J'ai donc acheté les 3 vis de réglage d'horizontalité et fait fabriquer par un usineur (j'utilise fréquemment les services du site www.usineur.fr), une platine de réglage en aluminium. Je peux ainsi régler l'horizontale en jouant sur les 3 vis, avec précision, et sans se baisser.

Pour éviter que l'ensemble ne tourne (il n'y a pas de vis de blocage en rotation), il suffit de placer un scotch double face entre les parties en appui.

Problèmes de suivi...

J'ai observé, pendant le suivi, un léger claquement dans la mécanique, ainsi que des défauts de suivi.

Renseignement pris sur les forums, c'est un souci fréquent, le réglage des vis sans fin est souvent beaucoup trop serré.

Heureusement, les vis de réglage de pression sont très facilement accessibles. J'ai donc pu procéder à un re-réglage de la mécanique, grâce à une notice fournie ici :

http://www.ioptron.us/SupportAZMP_MotorSpringTensionADJ.pdf

Équilibrage délicat...

On observe rapidement que le frein, sur l'axe d'altitude, glisse. Il faut serrer très fort pour que le frein tienne. iOptron vend d'ailleurs 4 petites vis en accessoire, pour que l'on puisse mieux forcer sur la vis de frein. Le problème, c'est qu'il faut démonter ces vis à chaque utilisation, car la valise de rangement n'est pas compatible.

Je suis encore en train d'essayer plusieurs sortes de rondelles en téflon, caoutchouc, à mettre sous la molette de frein, et pour essayer de limiter ce problème.



Molette de frein, modifiée : ajout de 4 leviers (accessoire référence IO8954).

Autre problème avec l'équilibrage : les moteurs pas à pas de la monture ne sont pas assez puissants (probablement pour économiser sur la batterie).

Il faut vraiment un équilibrage parfait du télescope, sinon les moteurs n'arriveront pas à faire un suivi correct.

La monture est très silencieuse (à part le bip de la raquette, qu'on peut toutefois désactiver), ce qui permet heureusement de détecter les petits « clacs » caractéristiques d'un moteur qui saute des pas.

En particuliers si on utilise un Newton : en effet, ce télescope est plutôt long et le porte oculaire est sur le côté. La répartition des masses n'est pas symétrique. On peut être bien équilibré pour un angle d'altitude de 0°, mais ce ne sera plus bien équilibré pour une visée à 45° au dessus de l'horizon. Ceci dépend de la position du porte oculaire, l'idéal serait de pouvoir le mettre dans l'alignement de la barre de contrepoids, mais ce n'est pas possible avec cette géométrie de monture.

Avec un Newton de 200 mm, selon la direction que l'on observe dans le ciel, j'ai pu constater ce phénomène de claquement, et le suivi était effectivement moins bon. Il m'a fallu corriger l'équilibrage du tube pour cette orientation, mais c'est vraiment trop sensible, ça se joue au millimètre.

Il faut aussi équilibrer sur l'axe horizontal. Il y a une petite barre de contrepoids rétractable, qui permet de fixer jusqu'à 10 kg à l'opposé de l'instrument. Mais comme ce n'est pas un axe de rotation de la monture, impossible de savoir où placer les contrepoids exactement. Il faut faire ça « au jugé », ou le calculer, mais là encore c'est compliqué avec un Newton dont le centre de gravité ne correspond pas à l'axe optique.

Avec 7 kg de tube Newton et 1,5 kg de caméra, je suis obligé de placer les contrepoids au maximum de la barre. Peut être existe-t-il des rallonges, car sinon, je ne vois pas comment on peut charger 15 kg sur cette monture.



Vue du setup chargé avec un tube Newton de 200 mm. C'est bon du côté dimensions et poids, mais l'équilibrage est vraiment difficile à faire.

On retiendra donc que cette monture s'adresse plutôt à des instruments courts, et dont le centre de gravité est symétrique par rapport à l'axe optique.

Elle conviendra donc bien pour un Schmidt-Cassegrain, un Mak, une lunette astronomique ou une lunette solaire.

Précision du Goto...

Le pointage est simplissime, puisque la monture propose un premier objet, automatiquement à la mise sous tension.

Un petit point énervant toutefois, quand il fait encore jour, qu'on ne voit que Jupiter, et que ce n'est pas forcément cette planète qui est proposée comme point de repère. Il faut se battre un peu avec la raquette pour enfin pouvoir viser autre chose qu'une étoile.

Si l'on n'a fait le pointage que sur une seule étoile, il est possible de compléter le modèle de pointage à n'importe quel moment, en pointant un objet connu et en faisant une commande « Sync ».

Même avec une mauvaise mise en station (monture mal orientée par rapport au sud), la précision du Goto est bonne, même avec un pointage sur une seule étoile (la cible était toujours dans le champ, avec un instrument de 1 000 mm de focale).

Même à pleine vitesse, la monture reste silencieuse.

Connectivité PC... et smartphone

On peut piloter la monture soit au travers de la liaison wifi intégrée, soit avec un câble USB/RS232 (chipset FTDI et prise RJ9).

Cela fonctionne parfaitement avec Stellarium (via un driver ASCOM et StellariumScope).

Si la raquette est branchée, on conserve la possibilité de piloter la monture avec les commandes de la raquette, en parallèle du choix des cibles dans la carte du ciel de Stellarium, c'est bien pratique.

On n'utilise pas EQmod, mais le logiciel iOptron Commander, qui est très simple.

La liaison wifi permet d'utiliser la monture avec les logiciels pour smartphone, par exemple SkySafari.

Aperçu du logiciel iOptron Commander :



Astrophotographie...

Bien que les montures AZ Goto ne soient, en théorie, pas adaptées à la photographie, j'ai procédé à des essais avec Newton de 200 mm, c'est-à-dire une configuration plutôt exigeante : 10 kg de charge et 900 mm de focale.

Bien que n'ayant pas constaté de jeu dans la vis sans fin, il doit y avoir un jeu important dans les engrenages du moteur d'altitude, car il faut attendre une petite minute avant d'obtenir des images sans filé d'étoile.



Pointage sur Al-tair : sur la première image, le suivi en altitude n'a pas « embrayé ». 3 images plus tard, les étoiles sont bien rondes.

Domage que le ciel soit si pollué, là où j'habite (teinte violacée), car les résultats obtenus sont plutôt surprenants.

Avec des poses de 15 s, puis des essais à 30 s, les étoiles sont parfaitement rondes.

Je n'ai pas poussé à des poses plus longues, parce qu'il y a aussi la rotation de champ qui limite, mais cela signifie que la monture est parfaitement compatible pour un usage en visuel assisté : pose unitaire de 30 s à fort ISO, ou accumulation de poses unitaires de 15 s, avec un logiciel comme SharpCap.

Idéal pour les Star Parties et les animations en public.

Photo de M27.
1 pose de 15 s, EOS600 à 6400 ISO.



Photo de M27.
1 pose de 30 s, EOS600 à 6400 ISO.

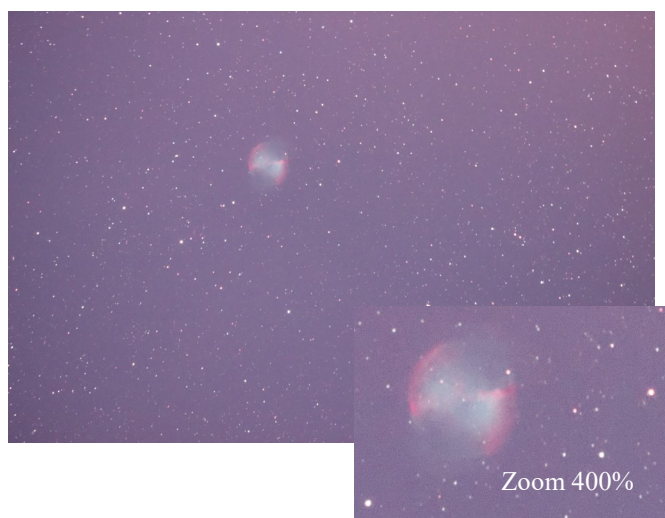


Photo de M51.
1 pose de 15 s, EOS600 à 6400 ISO.



Visuel assisté avec SharpCap :
Empilage de 22 images de 15s.
EOS600, 6400 ISO.



Les filés rouge, vert, bleu correspondent aux pixels chauds qu'il faudrait éliminer en faisant des darks, ou en utilisant une caméra refroidie.

Ils permettent en tout cas de voir que l'alignement et la correction de rotation de champ ont bien fonctionné.

Attention aux fils...

Pour rejoindre une cible, l'AZ Mount Pro ne se complique pas la vie : elle tourne dans la direction la plus proche, plutôt que de faire le tour en repassant par le sud.

Du coup, elle a tendance à enrouler les fils électriques autour d'elle. Il faut faire attention de ne pas abîmer le matériel avec des fils trop tendus et des prises arrachées.

Conclusion...

Cette monture remplit complètement le contrat que je lui fixais :

- Être installée en 5 minutes, même quand il faut viser « entre les nuages », et sans voir la polaire.
- Suivi de qualité permettant de faire un peu de photographie, et du visuel assisté.

Domage que les moteurs manquent de couple, et que le réglage mécanique ne soit pas déjà parfait en sortie d'usine, car cela rend son utilisation un peu trop pointue, pour un public non averti.

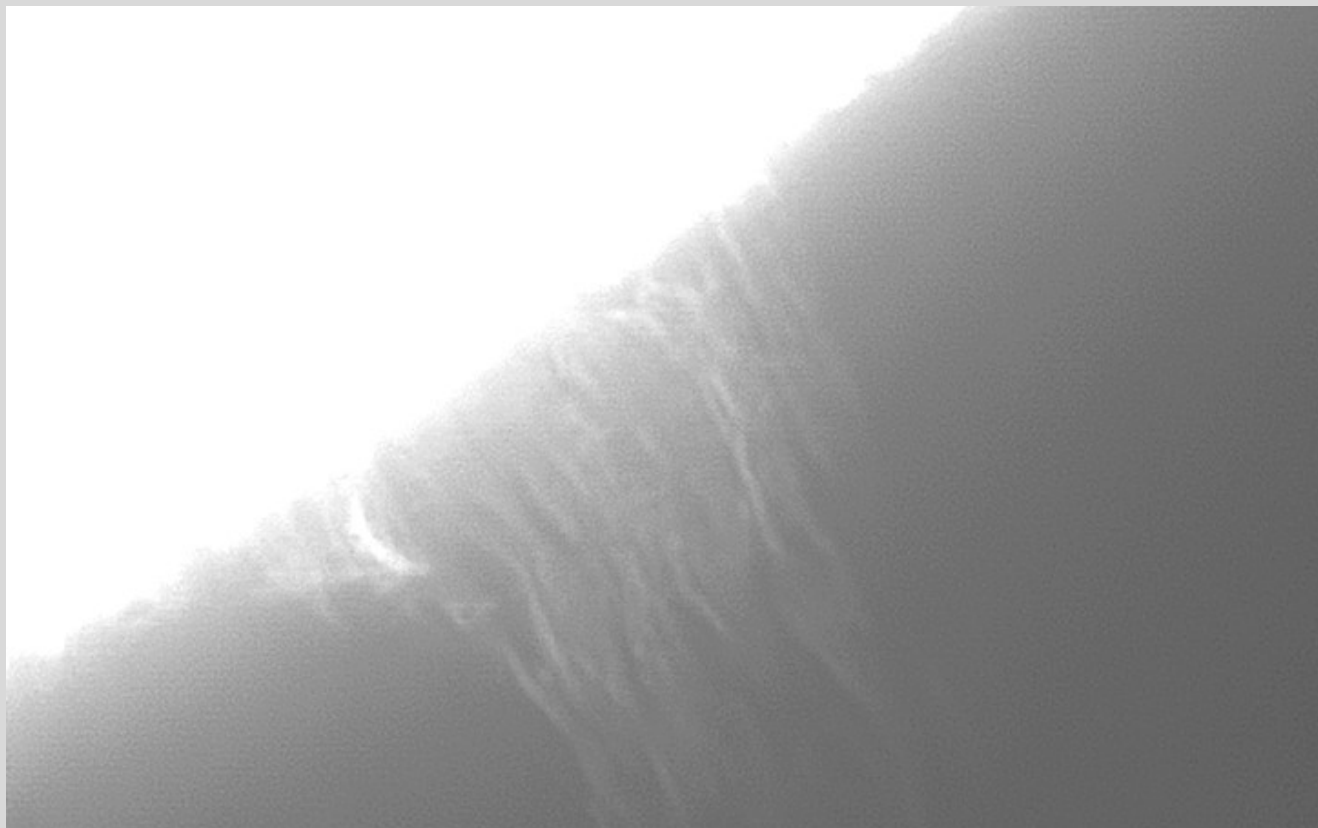
Le prix (tête seule) : 1 000 € environ.



Galerie

Le Soleil

Jean-Paul



10.10.2020



© Jean-Paul

Uranus et satellites Jean-Paul



Albireo78
saison 2020-2021


Albireo⁷⁸

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



50 membres

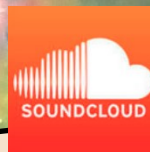


Observations

Gratuites et pour tous :
Emancé / Mesnil St Denis

Newsletter

178 abonnés



« En route vers les étoiles »

Notre émission radio
15 saisons, 160 émissions,
584 chroniques scientifiques

Soundcloud

268 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

35 abonnés