

# VOYAGE DANS L'ESPACE

Épisode

27

---

PARLONS DE... CAPSULES SPATIALES!

---



Pourquoi sommes-nous revenus  
à l'ère des capsules?

## Le balado et les fascicules

Depuis janvier 2018, Claude Lafleur et Mathieu Rancourt produisent un balado consacré à l'exploration de l'espace. Intitulé *Voyage dans l'espace*, il est diffusé sur la plate-forme soundcloud.com. Chaque épisode vous fait parcourir une dimension particulière, qu'il s'agisse de l'exploration d'une planète, de la recherche de vie dans l'Univers ou de l'aventure des astronautes et de ceux et celles qui rêvent d'espace.

Pour chaque balado, ils préparent un exposé détaillé, sous forme de questions/réponses. Ils publient ces exposés sous forme de fascicules pdf, comme celui-ci. Il s'agit donc d'une conversation entre l'animateur de *Voyage dans l'espace*, Mathieu, et le passionné d'espace, Claude.

Notez que le balado diffusé s'inspire librement des questions/réponses préparées à cet effet. Le texte qui suit n'est pas un verbatim de l'émission, mais plutôt une autre version; le balado et ce fascicule se complètent l'un et l'autre.

Tous les fascicules sont offerts aux abonnés du balado *Voyage dans l'espace*, abonnement au coût de 5\$/mois, via la plate-forme patreon.com.

**Mathieu Rancourt** est géographe et professionnel de recherche au Centre de recherche du CHUM. **Claude Lafleur** est journaliste scientifique qui suit au quotidien depuis cinquante ans les péripéties de l'exploration spatiale.

L'équipe des fascicules:  
Rédaction: Claude Lafleur  
Révision: Richard Massicotte  
Couverture: Mathieu Rancourt  
Illustrations: NASA,

Balado: <https://soundcloud.com/voyagedanslespace/>  
Abonnement:  
<https://www.patreon.com/voyagedanslespace>  
Facebook: <https://www.facebook.com/voyagedanslespace/>  
Courriel: [claude-lafleur1@videotron.ca](mailto:claude-lafleur1@videotron.ca)

© Copyright, Claude Lafleur, 2018

Nous vous encourageons à diffuser ce document (fichier .pdf ou imprimé) en autant que celui-ci soit diffusé dans son intégralité et que cette diffusion n'implique pas d'échange d'argent (vente ou autre).

Nous encourageons particulièrement les enseignants à utiliser ce document en classe, en tout ou en partie. Nous désirons ainsi les encourager à partager les merveilles de la science et du monde dans lequel nous vivons.

ISBN 978-2-923275-60-4 (pdf)  
ISBN 978-2-923275-61-1 (kindle)  
Dépôt légal: Bibliothèque du Canada,  
2019



Capsules Starliner et Crew Dragon en approche de la Station spatiale internationale.

## Parlons de... capsules spatiales!

### Pourquoi sommes-nous revenus à l'ère des capsules?

Écoutez le balado *Parlons de... capsules spatiales*, diffusé le 24 mars 2019.

Le 9 avril 1959 – il y aura 60 ans dans quelques jours –, la NASA nous présentait les sept premiers astronautes destinés à s'envoler à bord de capsules Mercury. Or, soixante ans plus tard, voilà que la NASA s'apprête à lancer à nouveau des astronautes à bord de capsules spatiales. Déjà, au début du mois de mars, elle a procédé en grande pompe à l'essai en vol d'une première capsule Crew Dragon sans équipage.

Mais Claude, l'idée d'envoyer des hommes à bord de petites capsules spatiales est un vieux concept, un concept qui remonte aux années 1950. On a depuis développé des navettes spatiales.

Est-ce un retour en arrière? Tourne-t-on en rond? N'est-ce pas franchement étonnant de revenir aux capsules après avoir abandonné la Navette spatiale?

Oui, c'est très étonnant de songer que les Américains lanceront sous peu leurs astronautes à bord de capsules. C'est aussi très étonnant de songer qu'on lance de nos jours encore nos astronautes à bord de capsules, que ce soit les Soyouz russes ou les Shenzhou chinoises... tandis que l'Inde prépare sa propre capsule spatiale.

En fait, si on se réfère à ce qu'on imaginait dans les années 1950-60 ou à ce qu'on planifiait de faire dans les années 1970-80, il ne faisait alors aucun doute que les astronautes des années 2000 voyageraient en navette, sinon même en avion aérospatial. Les ingénieurs de l'époque seraient fort étonnés – pour ne pas dire renversés – si on leur avait dit que nos astronautes voyagent encore en capsules.

Ces ingénieurs seraient même sans doute encore plus surpris si on leur avait dit que la NASA développe en ce moment et avec enthousiasme *deux* capsules différentes, la Crew Dragon de SpaceX et la Starliner de Boeing, n'est-ce pas?

Eh oui. Et auxquelles il faut ajouter la capsule Orion, que la NASA développe par elle-même. C'est donc dire que les Américains disposeront sous peu de *trois* capsules différentes – du jamais vu!

Aujourd'hui, nous allons donc explorer un aspect inusité du domaine spatial, le monde des capsules; en quoi consistent-elles et pourquoi sont-elles si indispensables... aujourd'hui encore!

## I

# Les premières capsules

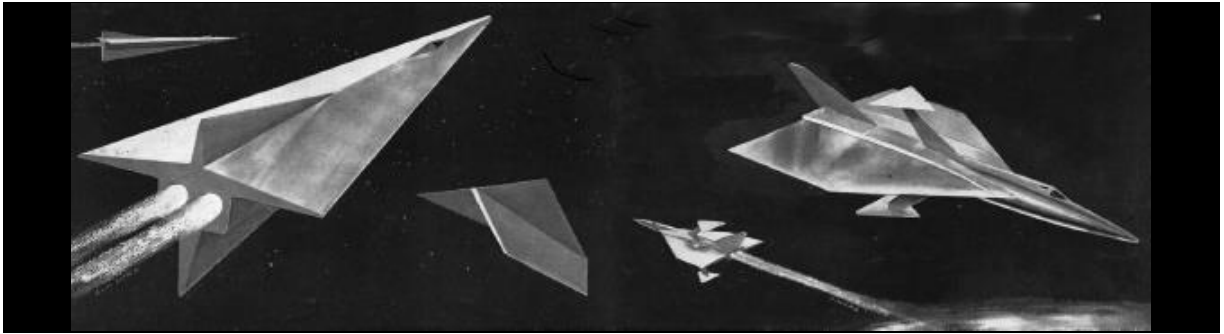
Lorsqu'on regarde des films de science-fiction des années 1950 ou qu'on consulte les publications spécialisées de l'époque, on constate qu'à l'aube de l'ère spatiale, on envisageait que les astronautes s'envoleraient à bord de navettes spatiales ou d'avions aux lignes futuristes. À cette époque, il n'était jamais question de capsule spatiale, ce concept n'existait tout simplement pas. Que s'est-il donc passé?

Lorsqu'on considère ce qu'envisageaient de faire les ingénieurs des années 1950, il n'était jamais question pour eux de concevoir des capsules, mais plutôt des avions très allongés, ayant souvent les allures de flèche, un peu à l'image du Concorde, l'élégant supersonique franco-britannique des années 1970 (voir illustrations page suivante).

Ce qui s'est passé par la suite, c'est que lorsque les ingénieurs ont reçu le mandat d'expédier un homme dans l'espace le plus

rapidement possible – on était alors en pleine course à l'espace –, la solution la plus simple consistait non pas à développer un «Concorde spatial» mais bien une capsule spatiale.

Mais qu'est-ce au juste qu'une capsule spatiale? Qu'est-ce qui la différencie d'un «Concorde spatial» – comme tu le mentionnes – ou de la Navette spatiale, qu'on connaît mieux?



Concepts d'avion aérospatial tels qu'illustrés dans l'*Aviation Week* du 24 février 1958.



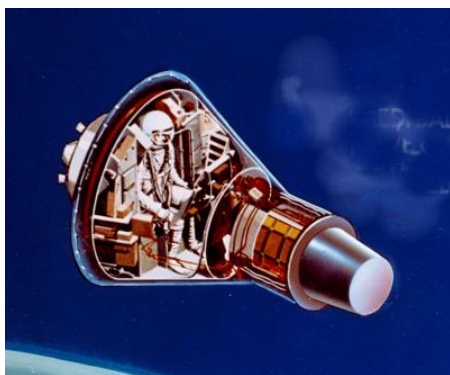
Le Concorde, l'avion supersonique transportant cent passagers et mesurant 62 mètres de long.

Une capsule est le vaisseau le plus compact dans lequel on puisse placer un ou quelques astronautes. Une capsule mesure quelques mètres de diamètre seulement, tandis qu'un avion aérospatial ou la Navette mesurent des dizaines de mètres. Autrement dit: une capsule peut probablement tenir dans votre salon, tandis qu'il faut un hangar d'aéroport pour loger un avion aérospatial ou la Navette... qui ont sensiblement la taille d'un Concorde.

On peut d'ailleurs se représenter ces derniers comme des appareils aux allures

de Concorde, munis de grandes ailes, souvent très effilées, tandis que, comme on le verra, une capsule a la forme d'une cloche, d'une sphère ou d'un cône.

**C'est ainsi que les Américains ont choisi, fin des années 1950, de développer la capsule Mercury pendant que les Soviétiques concevaient la Vostok. Mais, curieusement, ces deux capsules ont des formes très différentes, l'une en forme de cloche et l'autre sphérique, n'est-ce pas?**



À gauche, une capsule Mercury, tout juste assez grande pour loger un astronaute.



À droite, la capsule Vostok dans laquelle le cosmonaute prenait place sur un siège éjectable.

En effet, la capsule Mercury avait la forme d'une cloche longue de 3,30 mètres et mesurant 1,80 mètre à sa base. Le volume intérieur d'une telle capsule faisait moins de deux mètres cubes, soit tout juste assez pour y loger un homme... et à condition que celui-ci ne soit pas de grande taille. J'ai un jour eu la chance de m'installer à bord d'une maquette de capsule Mercury et je dois dire qu'il ne faut vraiment pas être claustrophobe pour s'y sentir à l'aise.

Quant aux Soviétiques, ils ont conçu une capsule en forme de boule, Vostok, qui mesurait 2,30 mètres de diamètre. Cette capsule était deux fois plus spacieuse qu'une Mercury.

**Mais pourquoi ces choix? Pourquoi concevoir des capsules plutôt qu'un vaisseau aux formes effilées, une sorte de Concorde spatial?**

Il y a plusieurs raisons à cela. D'abord, les ingénieurs cherchaient à concevoir le vaisseau le plus compact possible, à cause des contraintes qu'impose le retour sur Terre. Comme nous l'avons déjà expliqué, pour se placer en orbite terrestre, il faut atteindre la vitesse de 28 000 km/h. Or, au moment de revenir sur Terre, il faut perdre cette vitesse – donc passer de 28 000 km/h à zéro – en quelques dizaines de minutes seulement.

C'est ainsi qu'un vaisseau spatial traverse l'atmosphère à vive allure et qu'il subit par conséquent une intense friction, comme un météore. Cette friction lui fait perdre une bonne part de sa vitesse mais elle chauffe en même temps à bloc le vaisseau. La température à l'extérieur du vaisseau atteint alors plusieurs milliers de degrés. Bien sûr, si on ne le protège pas adéquatement, celui-ci se désintègrera comme la plupart des météores qui s'évaporent avant d'atteindre le sol.

Les ingénieurs à qui on demandait de concevoir les premiers vaisseaux spatiaux capables de ramener un homme depuis l'espace ont par conséquent choisi le plus petit vaisseau possible qu'ils devaient protéger contre l'échauffement extrême subi durant la rentrée dans l'atmosphère.

**Mais chacun de son côté a choisi une solution différente; la sphère pour les ingénieurs soviétiques et la cloche pour les ingénieurs américains. Pourquoi?**

Les ingénieurs américains ont choisi de construire la plus petite cloche possible – à peine assez grande pour y loger un homme – et de fixer à sa base un dispositif de protection capable de résister à l'intense friction de la rentrée atmosphérique. Ce dispositif de protection prend la forme d'un bouclier – rond et plat – jouant justement le rôle de bouclier contre la friction de l'air. C'est pourquoi on parle d'un *bouclier thermique*.



Le bouclier thermique d'une capsule Mercury.

De leur côté, les Soviétiques ont eu recourt à une solution plus simple: fabriquer une boule – ni plus ni moins qu'un boulet de canon, donc beaucoup plus solide qu'une cloche – dont la surface extérieure résisterait à la friction de l'air.

Rappelons qu'à l'époque, les Russes possédaient des fusées nettement plus

puissantes que les Américains, la fusée Zemiorka était capable de placer 4,7 tonnes en orbite, soit quatre fois plus qu'une Atlas américaine. Ils pouvaient donc concevoir des capsules plus lourdes. C'est pourquoi la capsule Vostok pesait le double d'une Mercury.



Capsule Mercury, haute de 3,30 mètres et mesurant 1,80 mètre à sa base. À la base, le bouchon thermique sous lequel se trouvent les rétrofusées.

**Il y a, dis-tu, une autre raison pour laquelle la forme des capsules Mercury et Vostok était si différente. Laquelle?**

S'il faut protéger le passager d'une capsule lors du retour sur Terre, il faut aussi

le protéger au moment du lancement en cas de défaillance de la fusée porteuse.

Les Américains ont choisi de doter leur capsule d'une petite fusée placée au sommet et qui entrerait en action au cas où la fusée Atlas connaîtrait des problèmes (ci-contre). Dans un tel cas, cette petite fusée de secours s'allumerait et emporterait la capsule loin de la fusée en perdition.

Tandis que les Soviétiques ont choisi d'équiper leur capsule Vostok d'un siège éjectable. Le cosmonaute pourrait ainsi s'éjecter – comme le font les pilotes d'avion militaire – en cas de défaillance de la fusée Zemiorka. Mais en plus, à la toute fin de la mission, alors que Vostok ne sera plus qu'à un kilomètre d'altitude, le cosmonaute pourra s'éjecter et se poser en parachute.



**On comprend donc que la capsule américaine, qui devait être la plus légère et petite possible, ne pouvait contenir un siège éjectable, tandis que les Soviétiques n'avaient pas de problème de poids, étant donné la puissance de leur fusée porteuse.**

C'est bien cela...

C'est dire qu'au début des années 1960, les Soviétiques et les Américains ont réalisé les premiers vols d'homme dans l'espace à bord de capsules sphériques et en forme de cloche. En tout et pour tout, chacun a réalisé six missions avec ce qu'on considère comme être la première génération de capsules spatiales.



Capsule Gemini, conçue pour transporter deux astronautes, se composait de deux modules, le module de services (contenant les réserves d'oxygène, d'eau et de carburant, à gauche), et la capsule proprement dite, une «grosse» capsule Mercury.



## II

# Gemini, Soyouz et Apollo

**Bizarrement, les Américains ont également équipé leur capsule de deuxième génération – Gemini – de sièges éjectables. Pourtant, cette capsule avait les mêmes formes qu'une capsule Mercury, et non pas celle d'une sphère?**

En effet. La capsule Gemini a été conçue à l'origine comme une grosse capsule Mercury capable de loger deux hommes. Mais les Américains ne possédant toujours pas de puissantes fusées, ils ont préféré la solution la moins lourde – une cloche munie d'un bouclier thermique – et dans laquelle ils ont trouvé le moyen d'installer deux sièges éjectables.

Les Américains ont donc appliqué le concept des capsules Mercury pour développer leur Gemini. De leur côté, les Soviétiques ont tout simplement adapté l'intérieur des capsules Vostok pour y entasser deux ou trois cosmonautes, comme nous en avons récemment parlé dans notre balado racontant la vie exceptionnelle d'Alexei Leonov.

**Puis, nous sommes passés à une nouvelle génération de capsules: Soyouz du côté soviétique et Apollo du côté américain. La capsule Soyouz a plus ou moins la forme d'une cloche et d'une sphère; peut-on dire qu'elle est le croisement entre Vostok et Mercury?**



Capsule Soyouz en forme de cloche.

D'une certaine façon oui, même si la formule Soyouz diffère passablement des capsules américaines. En fait, Soyouz tire astucieusement avantage des deux formules; une cloche est plus compacte qu'une sphère et n'a besoin que de la protection d'un bouclier thermique fixé à sa base. Par contre, la sphère offre plus de volume habitable. La capsule Soyouz est en quelque sorte une cloche aux formes arrondies, obèse, pourrait-on dire.

**C'est ainsi que Soyouz fait 2,24 mètres de haut pour un diamètre de 2,17 mètres et offre 4 mètres cubes de volume habitable pour deux ou trois cosmonautes.**

Et contrairement aux Vostok, Soyouz n'est pas munie de siège éjectable, mais est protégée au lancement par une fusée de secours fixée à son sommet.

**Mais alors, peut-on dire que les Soviétiques ont «emprunté» les deux concepts américains: fusée de secours et bouclier thermique?**

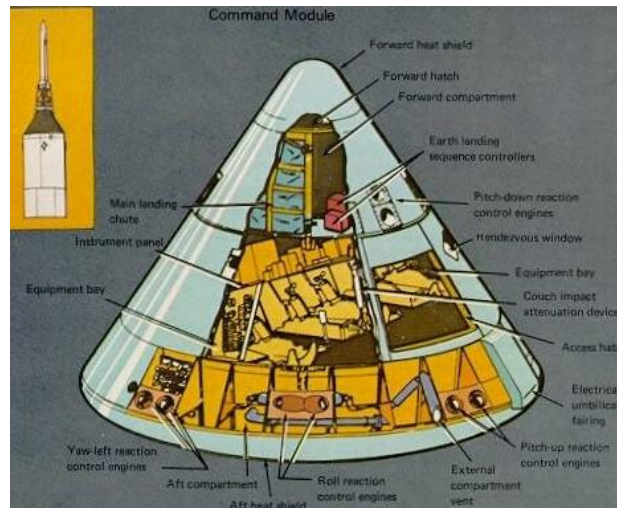
Il peut être tentant d'imaginer quelque chose de semblable... comme on pourrait aussi penser que, dans le cas de Gemini, les Américains auraient «emprunté» aux Soviétiques la formule du siège éjectable.

Cependant, il ne faut pas sauter trop vite aux conclusions, puisque tout ingénieur vous le dira: face à un même problème, il n'y a pas trente-six solutions, mais généralement deux ou trois, sinon même parfois une préférable à toute autre. On observe donc souvent, dans le domaine spatial comme en aéronautique, ce qu'on pourrait qualifier de «variations sur un même thème».

**Pas étonnant alors que les vaisseaux américains et soviétiques se ressemblent plus ou moins. Mais voilà qu'avec Apollo,**

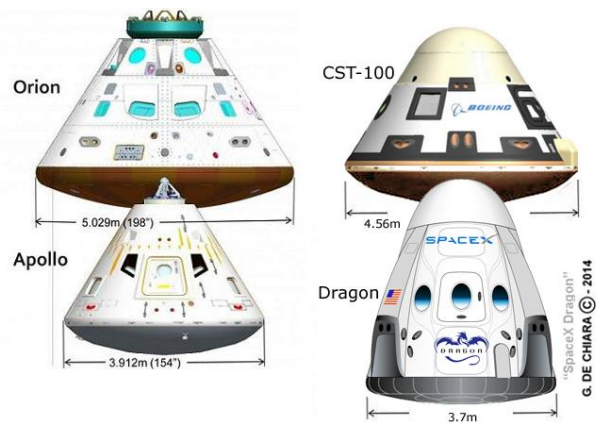
**les Américains innovent en concevant une nouvelle forme de capsule: le cône.**

En effet. Pour leur troisième génération de capsule, les ingénieurs américains ont adopté la forme d'un cône aplati, puisqu'une capsule Apollo mesure 3,50 mètres de haut pour un diamètre de 3,90 mètres. Elle offre en outre plus de 6 mètres cubes à ses trois astronautes.

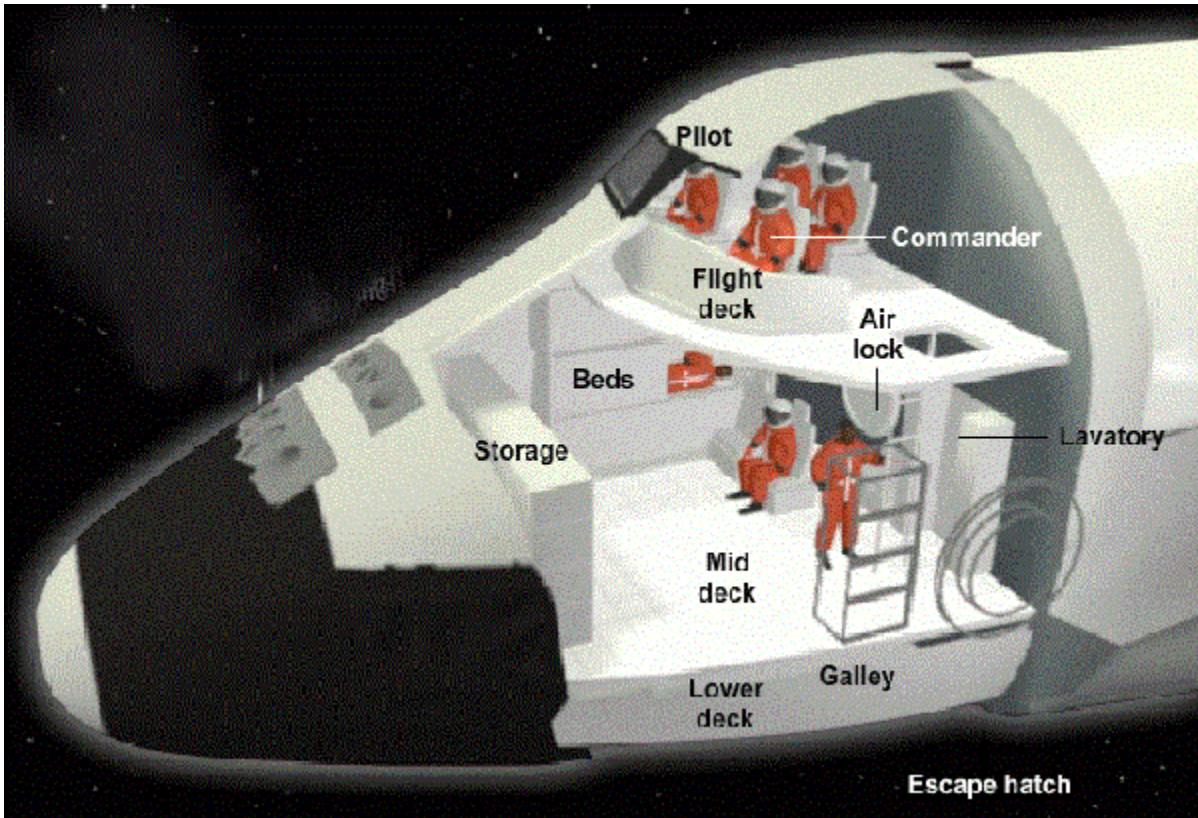


Une capsule Apollo, transportant trois hommes.

Voilà tout compte fait, pour les ingénieurs américains, la forme optimale pour une capsule spatiale, puisque le cône aplati est la forme qui a été retenue pour les capsules modernes Crew Dragon, Starliner et Orion.



Les quatre capsules coniques américaines (d'après Giuseppe de Chiara.)



L'habitacle de la Navette spatiale, dix fois plus d'espace qu'une Capsule, offert à sept astronautes et réparti sur deux étages.

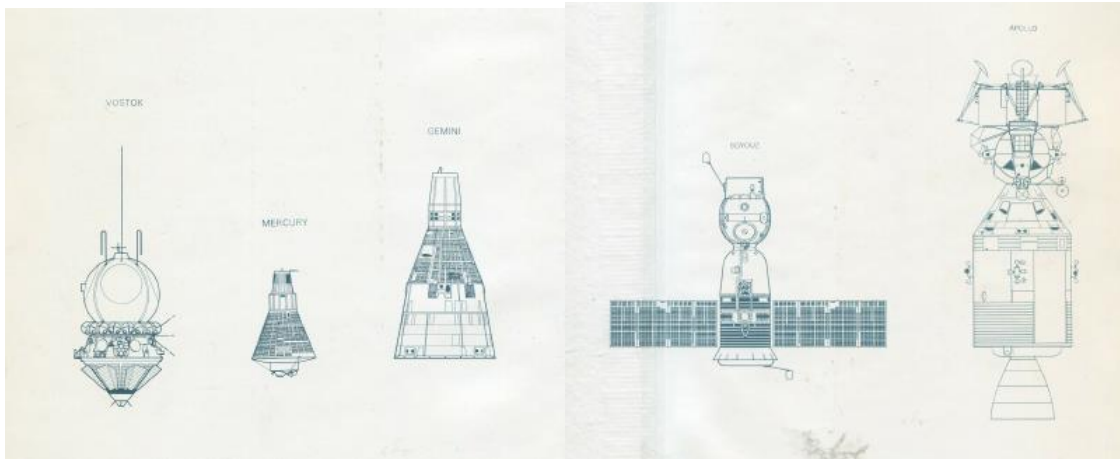
### III

## Pourquoi des capsules, au lieu de la Navette?

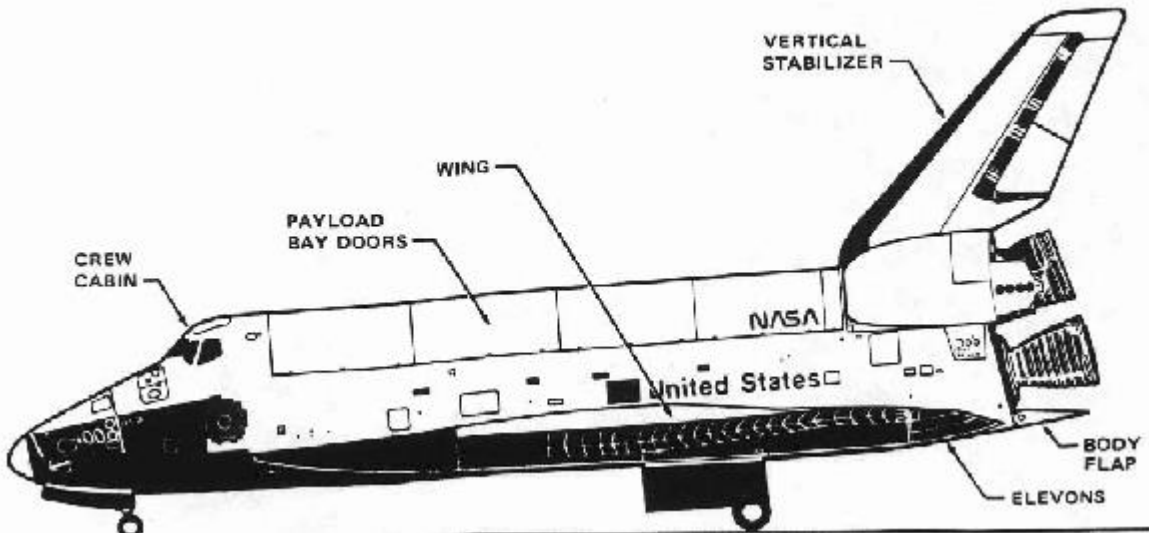
**Mais une capsule – même les plus modernes – demeure un moyen de transport assez rudimentaire, pourrait-on dire. Elle n'offre pas beaucoup de confort aux voyageurs ni beaucoup d'espace habitable. Chose certaine, ça n'a rien à voir avec ce qu'offrait la Navette spatiale, n'est-ce pas?**

En effet. L'espace disponible dans l'habitacle de la Navette était une dizaine de fois supérieure à ce qu'on retrouve à bord d'une capsule, même la plus spacieuse. C'est ainsi que la Navette pouvait loger assez confortablement sept astronautes.

C'est dire que les astronautes qui voleront sous peu à bord des capsules Crew Dragon, Starliner et Orion seront nettement moins confortables que ceux qui ont voyagé à bord de la Navette. Il y a donc là un «recul», n'est-ce pas?



Comparaison entre Vostok, Mercury, Gemini, Soyuz et Apollo... et l'orbiteur de la Navette spatiale.



Au plan du confort, sans aucun doute. Mais il y a des raisons qui justifient ce «recul», cette perte de confort, si je puis dire.

Les capsules Crew Dragon et Starliner ont pour mission de transporter brièvement des astronautes, le temps de les acheminer jusqu'à la Station spatiale internationale, puis de les ramener sur Terre en fin de mission. Normalement, les astronautes n'y séjournent que quelques heures, ou quelques jours tout au plus.

Tandis que dans le cas de la Navette, elle a été conçue pour réaliser des missions d'une semaine ou deux par un équipage comptant jusqu'à sept personnes. On pourrait difficilement confiner autant

d'astronautes dans un volume équivalent à celui d'une capsule pour accomplir de si longues missions.

**D'un autre côté, les capsules sont plus robustes et économiques que la Navette spatiale, n'est-ce pas ?**

Oui, et c'est là les deux principaux avantages des capsules.

La Navette était un formidable véhicule ... mais très dispendieux à opérer et très fragile aussi – malheureusement. On n'a qu'à songer aux deux grandes tragédies qui ont marqué les trente années

d'opération de la Navette: la perte de *Challenger*, lors de son lancement le 28 janvier 1986, et celle de *Columbia*, lors de son retour sur Terre le 1<sup>er</sup> février 2003. Une mission de Navette coûtait au bas mot 1,5 milliard \$ et chaque lancement était très compliqué et occasionnait souvent des reports. Pas facile de faire voler une navette!

Tandis que la NASA espère qu'il sera beaucoup plus facile de lancer des capsules et qui lui en coûtera beaucoup moins cher... peut-être quelque chose comme de cinq à dix fois moins que de voler en Navette spatiale.

**Mais les capsules permettront de faire beaucoup moins de choses que la Navette, non?**

Chose certaine, la Navette se voulait un véhicule tout usage, une sorte de camion de l'espace qui allait révolutionner le do-

maine du transport spatial. Malheureusement, sa complexité, sa fragilité et ses coûts d'opération n'ont pas permis de réaliser la révolution annoncée. Mais ça, c'est un autre sujet sur lequel nous reviendrons un jour.

**Si on comprend bien, les capsules Crew Dragon et Starliner serviront essentiellement au transport d'équipages vers la Station spatiale internationale, mais pas à autre chose?**

C'est du moins leur fonction première. Mais elles pourraient également servir à effectuer d'autres missions, par exemple de brefs séjours d'équipage en orbite terrestre pour des opérations scientifiques ou technologiques particulières, pour observer la Terre, etc., comme on le faisait à l'époque des missions Gemini et Apollo. Mais chose certaine, elles n'ont pas la polyvalence de la Navette spatiale, loin de là.



Les premiers astronautes destinés à voler l'été prochain à bord d'une capsule Crew Dragon et Starliner.

**Est-ce que des touristes pourront voyager à bord de ces capsules?**

Ce n'est pas prévu pour le moment, mais ce n'est pas exclu non plus. En fait, il faut savoir que les fabricants de ces capsules, SpaceX et Boeing, offrent avant tout un produit – un service de transport d'équipage en orbite terrestre – et c'est ainsi que

quiconque désirera utiliser leur capsule pourra le faire en achetant ce service auprès de ces firmes. Déjà, SpaceX et Boeing offrent de lancer des satellites à quiconque achète leurs fusées; pourquoi pas leur capsule spatiale?!

C'est ainsi que si, par exemple, une agence spatiale – européenne, canadienne, japonaise – pourrait se procurer un

ou plusieurs vols en capsule Crew Dragon ou Starliner. De même pour des touristes... très fortunés puisqu'un tel vol coûtera au bas mot une centaine de millions. Mais si on considère qu'une capsule pourrait emporter jusqu'à cinq touristes et que ceux-ci se divisent la facture, leur voyage touristique coûterait moins cher que ce que les Russes chargent pour un vol touristique en Soyouz.

**Ces capsules devraient demeurer en service au-delà de l'exploitation de la**

**Station spatiale internationale qui, comme nous l'avons relaté dans notre balado Vivre à bord de la Station spatiale, arrivera à terme dans une dizaine d'années environ, n'est-ce pas?**

Oui. Tout porte à croire que ces capsules seront disponibles jusque dans les années 2030, et peut-être même par-delà. Et probablement assistera-t-on à de nouvelles générations de capsules Crew Dragon et Starliner, des capsules améliorées.

## IV

### Avantages et inconvénients de voyager en capsule

**D'après ce qu'on comprend, il y aura des avantages à voyager en capsule... mais également des inconvénients. Parlons d'abord des avantages, pour les astronautes, de s'envoler à bord d'une Crew Dragon ou d'une Starliner?**

Le principal avantage des capsules, je dirais, c'est leur grande sécurité. Comme nous l'avons vu, il était assez risqué de voyager en Navette spatiale étant donné sa grande taille et avec ses ailes, c'était un véhicule fragile. Tandis qu'une capsule, très compacte, est beaucoup plus robuste. Et s'il n'était pas facile de préserver la vie de l'équipage d'une Navette au décollage, comme en témoigne, hélas, l'accident de *Challenger*, une capsule est beaucoup plus simple.

Comme dans le cas des capsules Apollo et Soyouz, les nouvelles capsules sont dotées d'un système de sauvetage qui permet de les détacher de la fusée porteuse en cas de problème. Et dans un tel cas d'urgence, la capsule viendra se poser sur terre ou en

mer, comme elle le fera de toute façon en fin de mission.



Le système de sauvetage d'une capsule Orion; la capsule ayant été propulsée à distance de la fusée

porteuse, elle est larguée pour venir se poser normalement.

De même pour le retour sur Terre. La Navette était fragile, elle avait tendance à perdre des tuiles thermiques la protégeant contre l'intense chaleur durant la rentrée atmosphérique. En outre, ses ailes étaient fragiles. C'est d'ailleurs ces deux fragilités qui ont mené à la perte de *Columbia*. Tandis que les capsules sont robustes parce que compactes; ce sont en quelque sorte des «boulets de canon».

### **Et qu'en est-il des désavantages... outre l'étroitesse dont on a déjà parlé?**

Le principal désavantage de voyager en capsule apparaît lors du retour sur Terre qui fera subir aux astronautes une expérience beaucoup plus éprouvante qu'en Navette.

Dans le cas de la Navette, l'atterrissage s'effectuait à la manière d'un avion de ligne, comme plusieurs d'entre nous avons eu l'occasion de l'expérimenter.

Elle amorçait sa descente vers la Terre à l'horizontal, exactement comme un avion qui amorce sa descente pour se poser sur une piste d'aéroport.



Les astronautes étaient assis dans leur siège, dans la même position que nous à bord d'un avion conventionnel. Et la Navette se posait comme un avion régulier. La grande différence d'un retour en Navette plutôt qu'en avion, c'est que la descente durait un bon trois-quarts d'heures.

### **Tandis qu'un retour en capsule ne se déroule pas de cette façon?**

Eh non, pas du tout! Il s'agit plutôt d'une *vertigineuse* chute par en arrière!

Dans une capsule, vous êtes couchés sur le dos, les pieds en l'air. Et le bouclier thermique qui endurera l'essentiel de la friction et de la chaleur se trouve derrière votre dos. C'est donc le dos de la capsule qui entre en premier dans l'atmosphère et c'est sur le dos que vous aussi vous revenez sur Terre.



En chute libre, tête première, vers la Terre.

### **En capsule, on a donc l'impression de tomber vers la Terre! Ça doit être un peu comme lorsque, dans certains manèges, on nous fait tomber par en arrière?**

Exactement. Et si dans un manège, cette sensation de chute libre vers l'arrière ne dure que quelques secondes, dans le cas d'un retour sur Terre en capsule, ça dure une bonne dizaine de minutes.

Et cette descente par en arrière est d'autant plus inconfortable que vous vous faites brasser pas mal et que vous percevez que vous êtes dans une boule de feu; vous êtes ni plus ni moins qu'à l'intérieur d'un météore qui traverse l'atmosphère à vivre allure. Et par les hublots, vous voyez passer



Une descente vertigineuse vers la Terre dans une «boule de feu».

des morceaux de votre vaisseau! Ce sont des parcelles du bouclier thermique qui se détachent, évacuant par le fait même une partie de la chaleur. Tout est normal mais ça doit être quelque peu inquiétant.

**Wow. Et cette chute par en arrière se poursuit jusqu'à l'atterrissage?**

Absolument. C'est-à-dire qu'à aucun moment, la capsule ne se redresse pour

vous faire atterrir en position assise, comme en Navette ou dans un avion.

En fait, vous arrivez au sol le dos en premier. Tous ceux et celles qui ont voyagé en avion ont en tête l'impact qu'on ressent lorsque notre appareil touche le sol: bang! Dans ce cas, ce sont nos pieds et nos fesses qui encaissent le choc. Dans le cas d'une capsule, c'est le dos qui absorbe le choc. Et l'impact est assez violent; plusieurs fois plus intense que ce qu'on ressent lorsqu'on se pose en avion.



Amerrissage d'une capsule Orion après une descente, dans les dernières minutes, en parachute.

**Et il y a pire encore, dis-tu, bien pire encore?!**

Eh oui, tout dépend où la capsule se pose. Si elle se pose en mer, comme dans le cas des capsule Apollo et Crew Dragon, une fois que vous avez amerri, vous vous faites brasser passablement, terriblement

même, par les vagues. Et les capsules sont reconnues pour être de piètres chaloupes, dit-on. Plusieurs fois, par le passé, des astronautes qui avaient très bien enduré toutes les secousses d'un vol spatial, ont eu le mal de mer peu après l'amerrissage. Et le terrible brassage peut durer plusieurs dizaines de minutes, parfois même

jusqu'à une heure, le temps qu'on vienne vous récupérer.



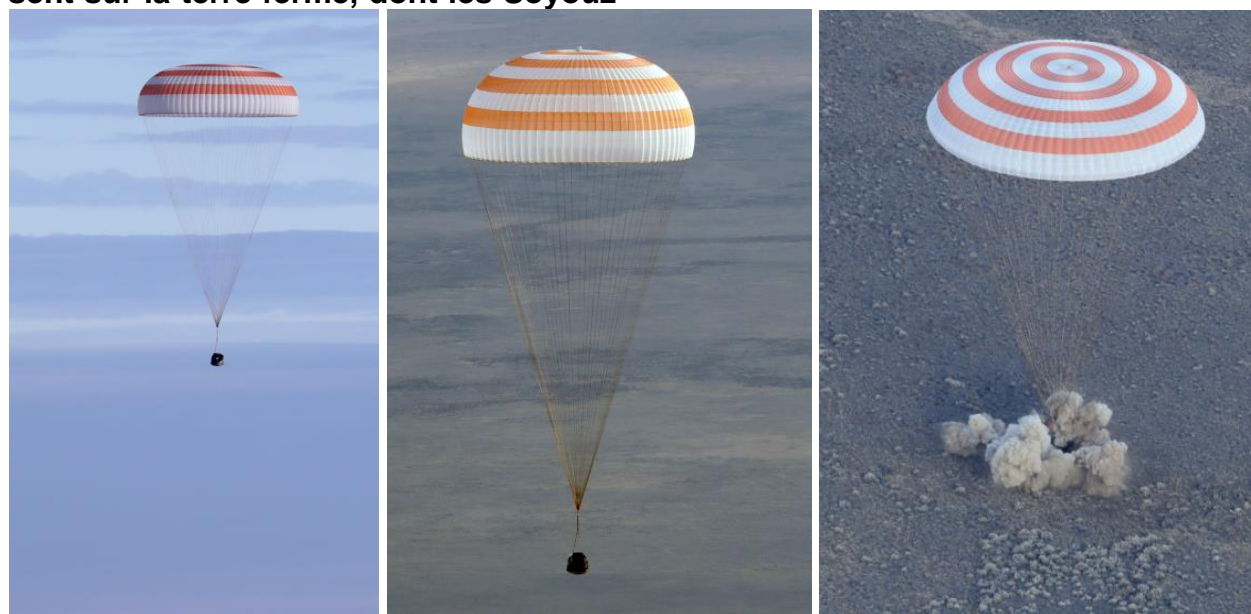
Parfois, à l'arrivée, la capsule se renverse, des ballons se gonflent alors pour la redresser.

**Mais il y a aussi des capsules qui se posent sur la terre ferme, dont les Soyouz**

**et les Starliner. C'est plus ou c'est moins terrible qu'un amerrissage.**

Beaucoup moins terrible puisque, dès l'instant où la capsule repose sur le sol, alors plus rien ne bouge. Par contre, l'impact sur la terre ferme est pas mal plus violent que dans l'eau. Et vous vous retrouvez coucher sur le dos, les pieds en l'air. C'est loin d'être aussi confortable qu'en Navette.

D'ailleurs, certains astronautes (américains) qui sont revenus sur Terre en Navette puis en Soyouz ont été fort secoués la seconde fois. «Si mon Soyouz s'est posé en douceur, comme on me le dit, je n'aimerais pas subir un atterrissage en dur!», ont mentionné plus d'un astronaute.



Atterrissage d'une capsule Soyouz; à un mètre du sol, des rétrofusées donnent un dernier coup de frein.





Le vaisseau Orion, composé d'une capsule (au premier plan) et d'un module de service doté de quatre panneaux solaires.

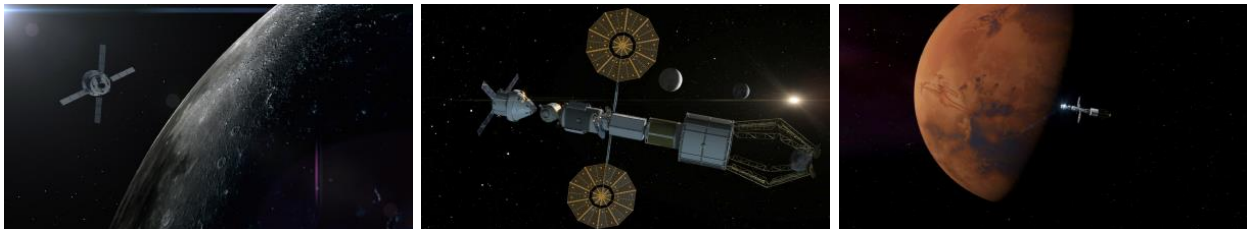
## V

### Pourquoi *trois* capsules?

Jusqu'à présent, on a essentiellement parlé des nouvelles capsules Crew Dragon et Starliner. Mais la NASA prépare sa propre capsule Orion. Pourquoi une troisième capsule?

Comme nous l'avons dit, Crew Dragon et Starliner ont pour mission d'acheminer les équipages vers la Station spatiale internationale. Orion a une toute autre mis-

sion: elle est destinée à réaliser des missions dans ce qu'on appelle «l'espace lointain», c'est-à-dire à quitter l'orbite terrestre pour se rendre, notamment, aux abords de la Lune.



Orion en mission lunaire, interplanétaire et, pourquoi pas, jusqu'à Mars!

### Elle est donc différente des deux autres?

Pas tant que ça. Oui, puisqu'elle est conçue pour des missions plus longues -- d'une semaine ou plus et pour s'éloigner de la Terre. Elle est aussi dotée d'un bouclier thermique capable de résister à une rentrée dans l'atmosphère à haute vitesse. C'est ainsi que le bouclier thermique des Crew Dragon et Starliner est conçu pour une rentrée dans l'atmosphère à 28 000 km/h, tandis que celui d'Orion endure la friction due à une rentrée à 40 000 km/h.

Par contre, pour le reste -- et notamment sa taille et l'espace habitable qu'elle offre à ses occupants --, Orion se compare aux deux autres.

### Deux autres différences entre Orion et les Crew Dragon et Starliner?

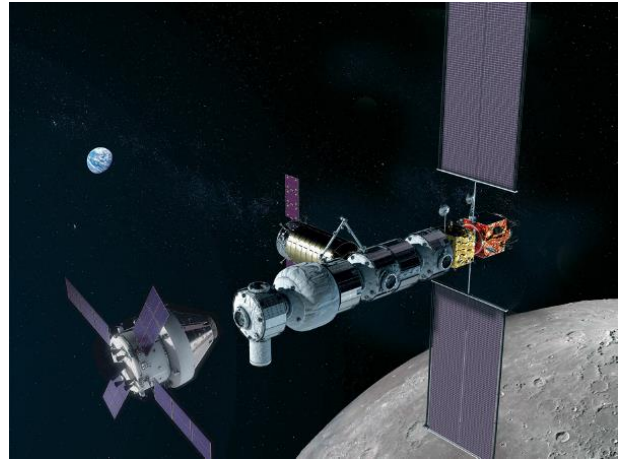
Parmi les autres différences entre les deux sortes de capsule, soulignons le fait que les Crew Dragon et Starliner sont en principe réutilisables, tandis que les Orion devraient ne servir qu'une fois.

On peut aussi ajouter que, pour le moment, la NASA prévoit réaliser un lancement de Crew Dragon et un lancement de Starliner par année, tandis qu'Orion risque de ne voler que quelques rare fois au cours de la prochaine décennie. L'utilisation d'Orion semble beaucoup plus incertaine que celle de Crew Dragon et de Starliner.

### Orion servira donc à envoyer des astronautes sur la Lune?

Par tout à fait. Cette capsule tire son origine de l'annonce faite en 2004 par le

président Bush fils qui avait alors décidé de mettre un terme au programme de la Navette spatiale pour plutôt envoyer des astronautes sur la Lune en 2020. Comme nous l'avons expliqué dans notre balado *Demain la Lune*, le projet de Bush a pris un bon dix ans de retard et a été «réorienté» par le président Trump vers un concept de plate-forme en orbite lunaire appelé *Lunar Gateway*.



Une capsule Orion sur le point de s'arrimer à la station orbitale *Lunar Gateway*.

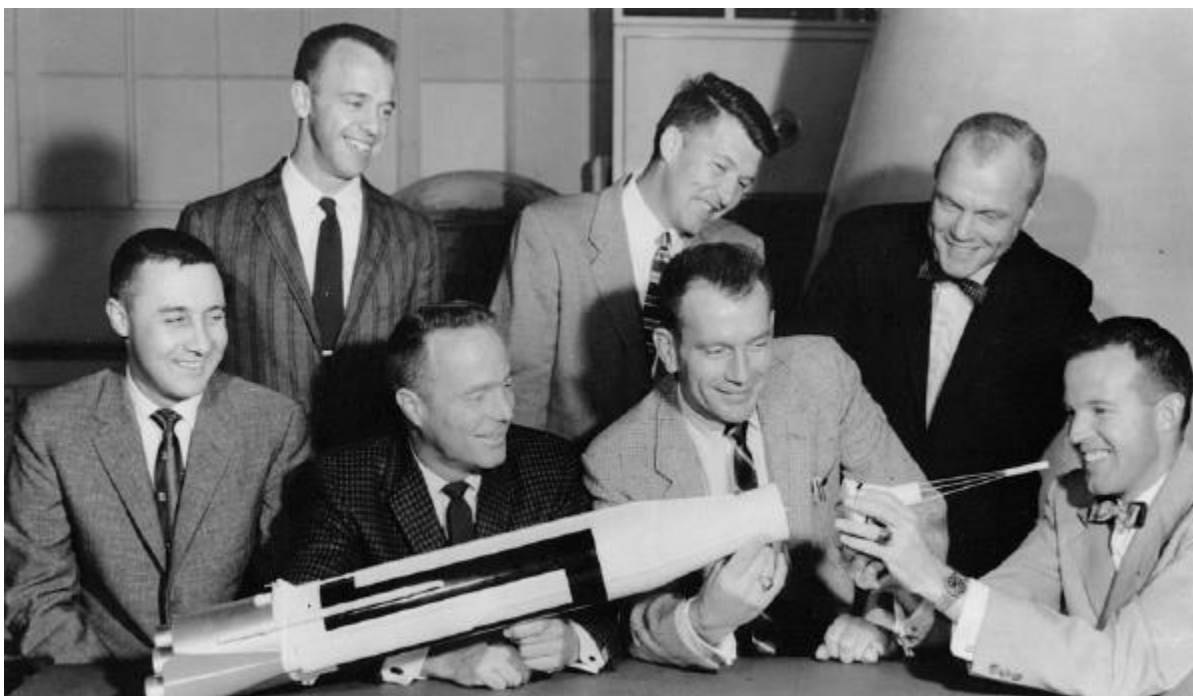
### Quand assisterons-nous aux premiers vols habités des nouvelles capsules?

Les premières missions en capsule Orion n'auront pas lieu avant plusieurs années, pas avant 2022 au plus tôt... et si le projet de *Lunar Gateway* survit à la présidence de Trump. Quant aux capsules Crew Dragon et Starliner, normalement, elles commenceront à acheminer des astronautes vers la Station spatiale d'ici la fin de 2019 (si tout se passe bien).

## Conclusion

### Que sont-ils devenus?

Au début de ce balado, nous avons relaté qu'il y aura 60 ans dans quelques jours, la NASA sélectionnait ses premiers astronautes. Ces sept hommes deviendront des célébrités instantanées; on les surnommera les «Sept premiers» du programme Mercury. Il s'agit d'Alan Shepard, de Virgil Grissom, de John Glenn, de Scott Carpenter, de Walter Schirra, de Gordon Cooper et de Deke Slayton.



Les sept astronautes du programme Mercury examinant la maquette d'une fusée Atlas. Au premier rang: Grissom, Carpenter, Slayton et Cooper. À l'arrière: Shepard, Schirra et Glenn.

**Que sont-ils devenus? On imagine qu'ils sont à présent décédés, mais qu'a été leur carrière d'astronaute et leur destin?**

Lorsque la NASA nous les a présentés le 9 avril 1959, ces Sept premiers sont devenus de véritables vedettes. Imaginez: il s'agissait des premiers hommes qu'on destinait à réaliser l'un des grands rêves de l'humanité: aller dans l'espace,

Ils ont par conséquent fait l'objet d'une intense couverture médiatique et ils ont mené une vie au vu et au su de tous. Et ils

ont en effet connu des destins plutôt exceptionnels.

**En tant que premiers hommes destinés à explorer l'espace, ils mettaient leur vie en danger, n'est-ce pas?**

Tout à fait. C'est ainsi que peu après leur sélection comme astronautes, ces hommes ont tenu une discussion entre eux (demeurée longtemps secrète). Ayant pleinement conscience des risques auxquels ils allaient s'exposer, ils ont conclu

qu'au moins la moitié d'entre eux allaient périr au cours des prochaines années! Ils s'attendaient à décéder au moment du décollage, dans l'espace ou lors du retour sur Terre.

Or, heureusement pour eux, aucun ne périra en vol mais l'un perdra la vie durant la préparation d'une mission; les six autres mourront en quelque sorte «de vieillesse».

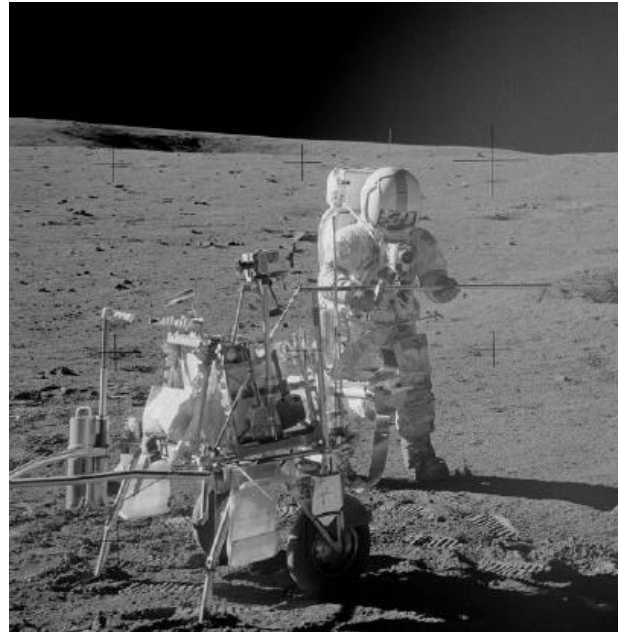
**Survolons donc le destin particulier des sept premiers Américains choisis pour aller dans l'espace, en les présentant selon l'ordre dans lequel ils se sont envolés.**

Le premier de tous, c'est Alan Shepard qui a réalisé un court vol le 5 mai 1961. Dans sa capsule Mercury 3, Shepard est monté jusqu'à 180 kilomètres d'altitude avant de redescendre et d'amerrir quinze minutes plus tard.

Par la suite, Shepard a été cloué au sol durant dix ans à cause d'une défaillance au niveau de l'oreille interne – la maladie de Ménière – qui perturbait son sens de l'équilibre. Shepard s'est néanmoins 'battu' durant dix ans pour retrouver ses «ailes» d'astronaute. Finalement, il a commandé la mission Apollo 14, devenant le cinquième homme à marcher sur la Lune. C'est d'ailleurs le seul des Sept premiers à s'être rendu jusque là-bas.



Shepard a ensuite fait carrière dans le monde des affaires, devenant un banquier prospère. Il est décédé en juillet 1998, à l'âge de 74 ans, des suites d'une leucémie.



Alan Shepard sur la Lune, en février 1971.

Ce fut ensuite au tour de Virgil Grissom de réaliser une courte mission Mercury, identique à celle de Shepard, le 21 juillet 1961.

Grissom a ensuite piloté la première capsule Gemini, Gemini 3, lancée le 23 mars 1965. Puis il était aux commandes de la première mission Apollo. Hélas, il a péri brûlé vif dans la cabine d'Apollo 1, le 27 janvier 1967.



Grissom est ainsi le seul des Sept premiers à perdre la vie comme astronaute.

**Le troisième Américain de l'espace, c'est John Glenn, qui a fait trois fois le tour de la Terre le 20 février 1962, durant la mission Mercury 6, qui n'a duré que quatre heures et demie.**

Glenn est ainsi devenu le premier Américain à orbiter la Terre, il est par conséquent été transformé en légende vivante, à l'image de Youri Gagarine.

Pour cette raison, la NASA n'a pas voulu courir le risque de le faire voler à nouveau. Glenn a donc quitté la NASA pour se lancer en affaires. Dans les années 1970, il est devenu sénateur, membre du Congrès américain, et tenta même se faire élire président des États-Unis, en 1984.



Mais Glenn a toujours rêvé de retourner dans l'espace. Finalement, la NASA lui accordera ce privilège, en le faisant participer à un vol de Navette en octobre 1998. Il avait alors 77 ans, le plus vieil astronaute à avoir voyagé dans l'espace.

Glenn est décédé en décembre 2016, à l'âge de 95 ans et a eu droit à des funérailles nationales.

**Le quatrième astronaute à s'envoler est Scott Carpenter, à bord de Mercury 7 le 24 mai 1963.**



Cependant, sa mission se passe mal, Carpenter se montrant indiscipliné et ne respectant pas son plan de vol. De retour sur Terre, la NASA le cloue définitivement au sol.

Il deviendra un «aquanaute», réalisant des séjours (jusqu'à 30 jours) dans un habitacle plongé au fond de la mer. Il est décédé en octobre 2013, à l'âge de 88 ans.

**Vint le tour de Walter Schirra, à bord de Mercury 8, le 3 octobre 1962.**



Schirra deviendra le premier homme à s'envoler trois fois pour l'espace, d'abord dans une capsule Mercury, puis d'une Gemini et enfin à bord d'Apollo 7. Il est le seul à avoir volé à bord des

trois premières capsules américaines.

Cependant, comme nous l'avons relaté dans la première partie de notre balado *12 hommes sur la Lune*, la mission Apollo 7 se déroule mal, justement à cause de... Schirra! Celui-ci développe un vilain rhume en apesanteur – une première – et se montre par conséquent irascible, se rebellant même contre la NASA – une autre première. Et comme il l'avait annoncé avant même son lancement, de retour sur Terre, il quitte la NASA pour se lancer en affaires. Il décèdera en mai 2007, à l'âge de 84 ans.

**Et puis Gordon Cooper s'envole à bord de la capsule Mercury 9 le 15 mai 1963; Il réalise la plus longue mission du programme Mercury: 34 heures.**



Cooper établira un autre séjour record, à bord Gemini 5 en août 1965, qui durera près de huit jours. En principe, il devait commander la mission Apollo 14, mais Alan Shepard a pris sa place. Frustré, Cooper claque

la porte de la NASA... Il est décédé en octobre 2004, à l'âge de 77 ans.

Et puis, le septième astronaute du programme Mercury, Deke Slayton, ne s'envolera pas avant juillet... 1975! Que s'est-il donc passé dans son cas?

En 1962, alors qu'il se préparait à réaliser le deuxième vol orbital d'une capsule Mercury, Slayton est cloué au sol à cause d'une très légère anomalie cardiaque, la NASA ne voulant prendre



aucun risque. Mais comme Shepard, Slayton se battra durant dix ans pour s'envoler. C'est finalement à l'occasion de la mission Apollo-Soyouz, réalisée en juillet 1975 et dont nous avons parlé dans notre balado sur *Alexei Leonov*, que Slayton aura la chance de goûter à l'apesanteur.

Il est finalement décédé en juin 1993, à 69 ans, d'une tumeur au cerveau, et non pas d'un quelconque problème cardiaque.

Et c'est ainsi que se conclut notre balado...



Les trois nouvelles capsules de la NASA: Starliner, Orion et Crew Dragon.



# Les Fascicules de *Voyage dans l'espace* (disponibles sur [patreon.com/voyagedanslespace](https://patreon.com/voyagedanslespace))

<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 12</p> <p>ESPACE 2068, LES 50 PROCHAINES</p>  <p>Ce que nous réserve, et pas, l'exploration de l'espace.</p>	<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 13</p> <p>LE JEU DES DATES</p>  <p>25 grandes dates et - de l'exploration spatiale</p>	<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 14</p> <p>PLUTON</p>  <p>La reine des petites planètes</p>	<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 15</p> <p>12 HOMMES SUR LA LUNE (Première partie)</p>  <p>La p'tite histoire du programme Apollo</p>
Fascicule 12	Fascicule 13	Fascicule 14	Fascicule 15
<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 16</p> <p>12 HOMMES SUR LA LUNE (Deuxième partie)</p>  <p>La p'tite histoire du programme Apollo</p>	<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 17</p> <p>VIVRE À BORD DE LA STATION SPATIALE</p>  <p>Du rêve à la réalité</p>	<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 18</p> <p>UN AUTOMNE PLANÉTAIRE</p>  <p>En balade dans le Système solaire</p>	<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 19</p> <p>LES EXTRATERRESTRES NOUS RESSEMBLENT-ILS?</p>  <p>L'hypothèse humanoïde...</p>
Fascicule 16	Fascicule 17	Fascicule 18	Fascicule 19
<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 20</p> <p>VOYAGE DANS L'ESPACE AU CINÉMA</p>  <p>De First Man à Interstellar</p>	<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 21</p> <p>QUELLES TRACES LAISSERONS-NOUS?</p>  <p>Des soupçons d'éternité...</p>	<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 22</p> <p>MYSTÈRES PLANÉTAIRES</p>  <p>Curieux qu'on ne sache toujours pas pourquoi...?</p>	<p><b>VOYAGE DANS L'ESPACE</b> Épisode 23</p> <p>NOEL 1968</p>  <p>Course folle et coup de foudre lunaire</p>
Fascicule 20	Fascicule 21	Fascicule 22	Fascicule 23