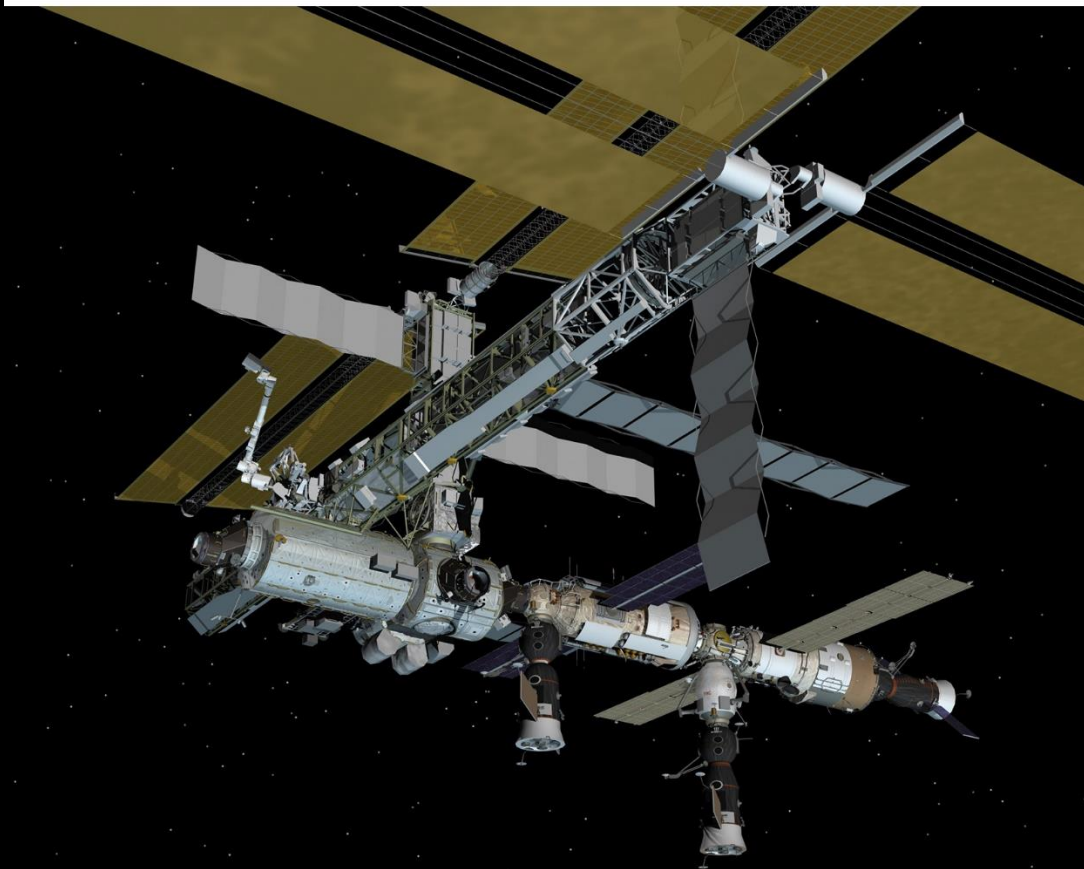


**VOYAGE
DANS
L'ESPACE**

Épisode

17

**VIVRE À BORD DE LA
STATION SPATIALE**



Du rêve à la réalité

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 du passionné de l'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
Couverture: Mathieu Rancourt
Illustrations: NASA

Balado: <https://soundcloud.com/voyage-danslespace/>

Abonnement:
<https://www.patreon.com/voyagedanslespace>

Facebook: <https://www.facebook.com/voyagedanslespace/>

Courriel: claude-lafleur1@videotron.ca

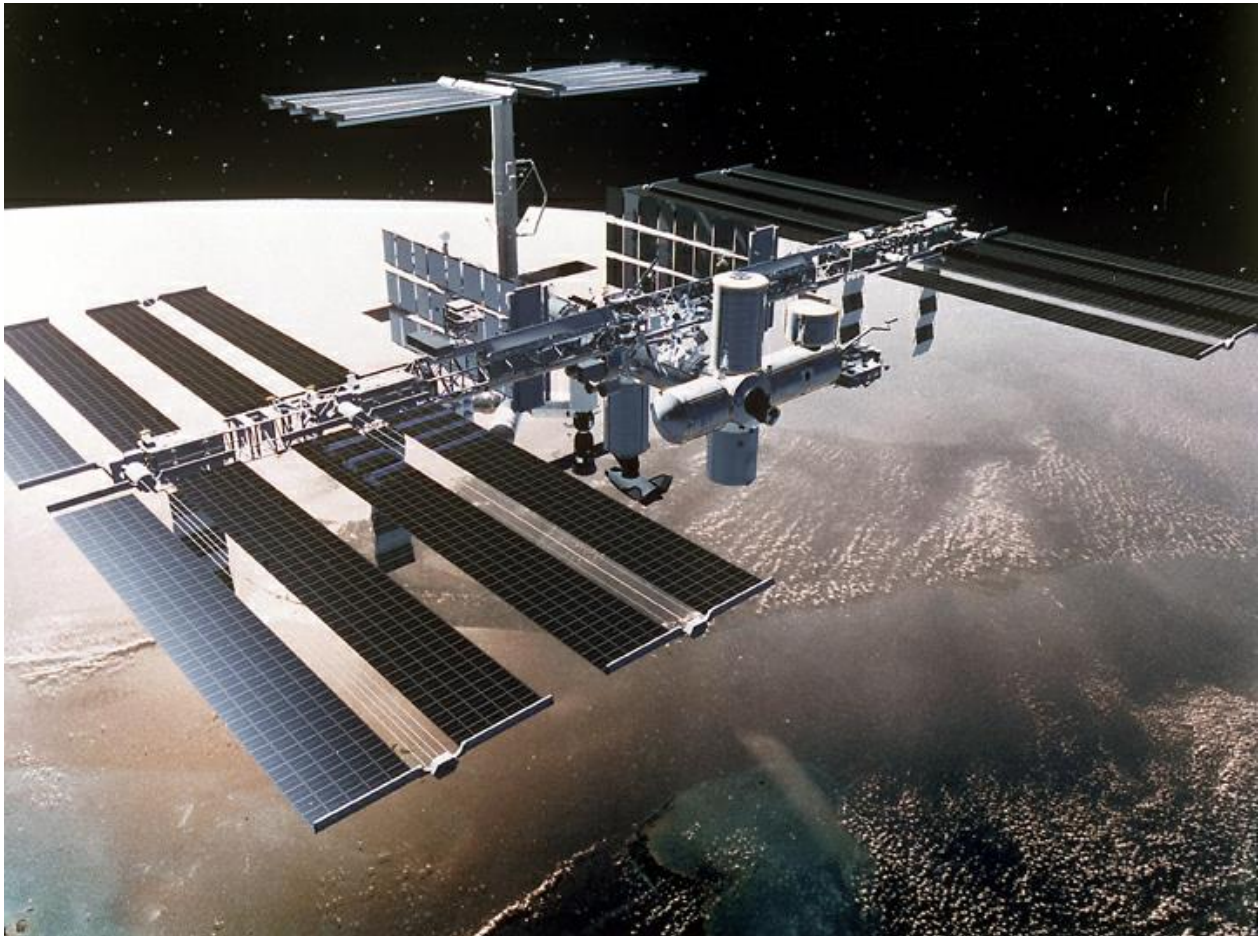
Copyright, Claude Lafleur, 2018

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 978-2-923275-38-3 (pdf)
ISBN 978-2-923275-39-0 (kindle)

Dépôt légal: Bibliothèque du Canada,
2018



Vivre à bord de la Station spatiale

Du rêve à la réalité

Comme nous l'avons rapporté, la Station spatiale internationale (ISS) est occupée en permanence par des équipes d'astronautes et de cosmonautes qui se relaient tous les six mois environ.

Le 1^{er} novembre prochain marquera 18 années d'occupation sans relâche d'ISS, performance remarquable lorsqu'on considère tout ce qu'implique le maintien d'hommes et de femmes dans l'espace.

Aujourd'hui, nous allons justement traiter de la vie à bord de la station et répondre à nombre de questions qu'on se pose à ce sujet.

Soulignons que l'idée de ce balado nous vient de l'un de nos plus fidèles auditeurs, Hakim Maadadi, qui nous demandait récemment: «Que font les astronautes et les cosmonautes à bord de la station et comment vivent-ils?» Eh bien, mon cher Hakim, on te dédie cet épisode de *Voyage dans l'espace*.

L'aventure de la Station spatiale internationale s'est amorcée en même temps que ta carrière de journaliste scientifique, n'est-ce pas Claude? Tu as couvert les débuts du programme et tu le suis depuis 35 ans, n'est-ce pas?

En effet, puisque c'est en janvier 1984 que le président Ronald Reagan a annoncé ce projet alors que j'amorçais ma carrière de journaliste. Disons que ça commençait bien!

Au départ, le projet n'incluait pas les Russes, mais uniquement les Américains, les Européens, les Japonais et les Canadiens. Pourquoi?

N'oublions pas que nous étions alors en pleine guerre froide et que les Américains ne font nullement confiance aux Soviétiques, et vice versa. De surcroît, ces derniers menaient leur propre programme de stations orbitales appelé Saliout. On était encore à l'ère de la course à l'espace où chacun cherchait à montrer qu'il est meilleur que l'autre.

La Station spatiale est donc née à une époque bien différente de celle dans laquelle nous vivons et elle a connu un long et tortueux parcours... comme nous allons l'évoquer au cours de la prochaine heure.

Thème 1

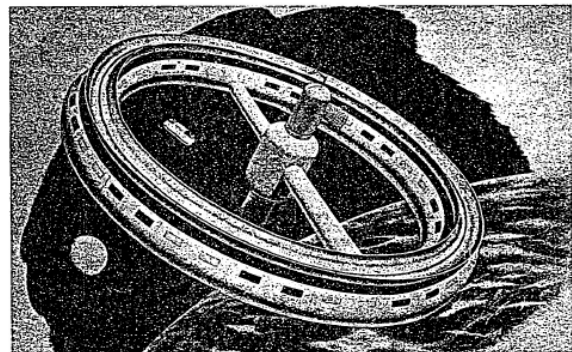
Un brin d'histoire...

La Station spatiale internationale est en opération depuis deux décennies mais nombreux sont ceux et celles qui se demandent, comme notre ami Hakim, à quoi elle sert au juste. Comme nous le verrons, cette question est très pertinente.

Pourquoi, dans les années 1980, a-t-on décidé de construire une grande station spatiale internationale?

Comme nous l'avons relaté dans notre balado *Homme dans l'espace*, à l'aube de l'ère spatiale, on rêvait d'établir de grandes bases en orbite autour de la Terre, des bases dans lesquelles vivraient et travailleraient des centaines d'hommes et de femmes. C'était le premier projet d'envergure qu'on rêvait de faire le jour où on serait capable d'envoyer des hommes dans l'espace. On entrevoyait alors installer autour de la Terre de majestueuses roues célestes, comme

nous le montre le film *2001, Odyssée de l'espace*.



Au début de l'ère spatiale, on rêvait du jour où on opérerait de grandes stations spatiales en forme de roue, comme l'illustre ici le *New York Times* du 22 juin 1958.

Mais en 1961, les Américains ont plutôt choisi de se lancer dans une course effrénée vers la Lune – le projet Apollo – dont nous venons de parler dans nos plus récents balados. Le projet d'une grande station orbitale a donc dû attendre les années 1980. Pourquoi?

Parce que le programme Apollo a coûté si cher – il en coûtait plus d'un milliard de dollars de l'époque chaque fois qu'on envoyait deux hommes sur la Lune – que les États-Unis ont par la suite décidé de se doter d'un moyen de transport spatial beaucoup plus économique que le matériel Apollo.

C'est pourquoi, en 1972, le président Richard Nixon a ordonné le développement de la Navette spatiale, un camion orbital qui devait réduire par dix le coût du transport du matériel et des astronautes dans l'espace.

Et fort de cette navette, les Américains prévoient s'installer en orbite, en commençant par construire une grande station spatiale.

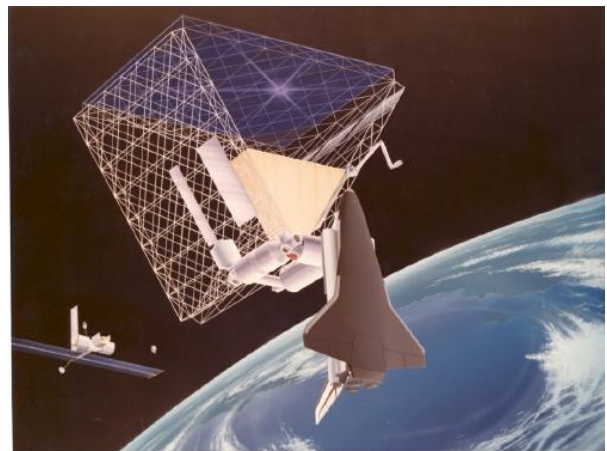


Le président Nixon (à d.), en compagnie du patron de la NASA, au moment où il annonce le projet de la Navette spatiale, le 5 janvier 1972.

Et puisque les vols de Navette ont débuté en 1981, le président Reagan est passé à l'étape suivante en annonçant

le 25 janvier 1984 que les États-Unis allaient entreprendre l'assemblage d'une grande station spatiale à partir de 1992. Or, cette année-là allait marquer un anniversaire important, n'est-ce pas?

En effet, puisque 1992 marquerait le 500^{ème} anniversaire de la découverte des Amériques par Christophe Colomb. Or, aux États-Unis, il s'agit d'un événement célébré chaque année puisque le deuxième lundi d'octobre est un jour férié chômé: le *Columbus Day*. Symboliquement donc, les États-Unis allaient entreprendre de s'installer sur un «nouveau continent» cette année-là.



Un exemple de station spatiale telle qu'on l'entrevoit en 1984.

Et dès le départ, il s'agissait d'un projet international, et non pas d'un projet purement américain, n'est-ce pas?

Eh oui, et c'était là une importante innovation puisque jusqu'alors, les Américains (comme les Soviétiques d'ailleurs) menaient leurs grands projets spatiaux seuls. Les Américains avaient bien invité les Européens et les Canadiens à contribuer à leur programme de Navette spatiale – les uns concevant le laboratoire scientifique Spacelab et les autres les bras télémanipulateurs Canadarm – mais

il s'agissait avant tout d'un programme américain.

Tandis que dans le cas du programme de station orbitale, le président Reagan conviait dès le départ les Européens, les Japonais et les Canadiens à se joindre à eux. C'est ainsi que ces partenaires internationaux ont participé à l'élaboration du projet – fournissant chacun une portion essentielle de la station – puis à son exploitation. C'est ainsi qu'il était prévu que chacun y ferait séjournier ses astronautes tout en réalisant ses propres expériences. Voilà pourquoi on parle d'une station spatiale *internationale*.

C'est ainsi que le 25 janvier 1984, le président Reagan déclarait solennellement: «J'ai mandaté la NASA pour qu'elle développe une station orbitale habitée en permanence d'ici dix ans. Cette station nous fera faire des bonds de géant en matière de recherche scientifique, en télécommunication, en métallurgie et en produits médicaux sauvant des vies et qui ne peuvent être fabriqués que dans l'espace... Nous espérons également que nos partenaires nous aideront à relever ce défi et qu'ils partageront les fruits.»

La NASA avait aussi de son côté ses propres ambitions, de grandes ambitions même, n'est-ce pas?

Tout à fait, la NASA évoquait de son côté que cette station allait tout à la fois servir de laboratoire scientifique, d'observatoire astronomique, de centre de production industrielle, de centre d'entretien et de ravitaillement pour satellites et même de base à partir de laquelle seraient assemblées de grandes infrastructures orbitales.

Ajoutons qu'à l'origine, la portion américaine du projet devait coûter 8 milliards de dollars.

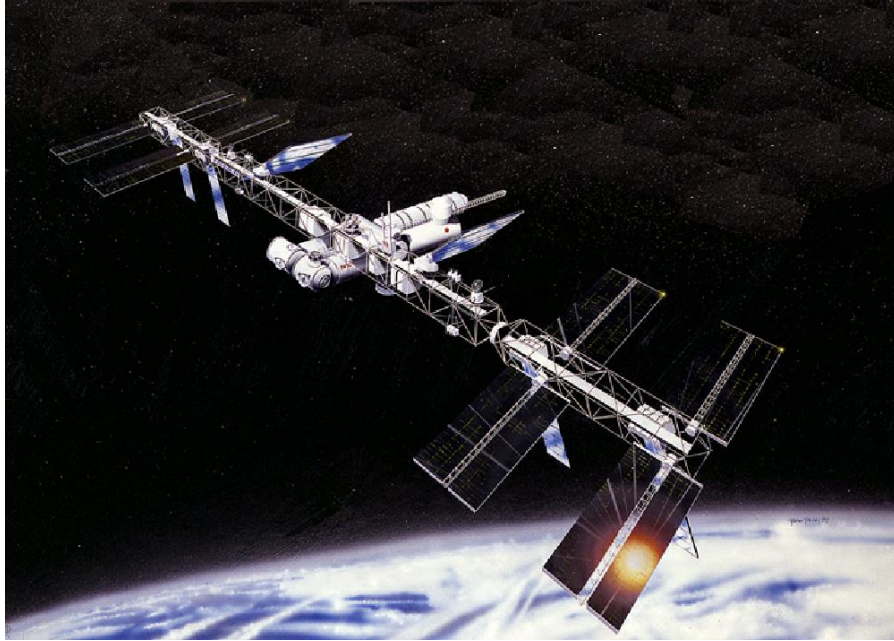


Concept de station spatiale dit «Power Tower» imaginé en 1985.

Nous examinerons plus tard si la Station remplit ces promesses. Entre-temps, rappelons que le projet annoncé par le président Reagan a pris dix ans de retard. Que s'est-il donc passé?

Quantité de choses! En résumé, disons que la mise en œuvre du projet s'est révélée nettement plus coûteuse que les 8 milliards \$ prévus à l'origine. Année après année, les plans élaborés par la NASA s'avéraient impossibles à réaliser tandis que les coûts du projet explosaient. C'est ainsi qu'en 1992, date où devait s'amorcer l'assemblage de la station, rien n'avait été fait et on n'était guère plus avancé qu'en 1984!

C'est alors que le président Clinton, nouvellement élu, a eu l'idée de convier les Russes à joindre le projet. Fort de leurs longues années d'expérience et du matériel développé dans l'opération d'une dizaine de stations Saliout et du

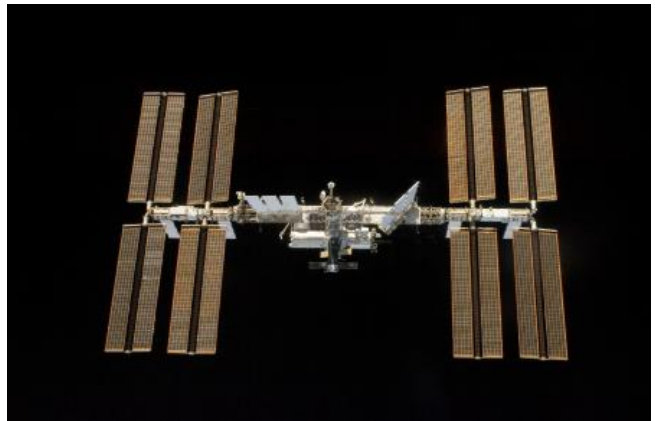


Le concept original («Baseline Configuration») de la Station spatiale imaginé en 1989.

complexe orbital Mir, les Russes ont remis le projet américain sur ses rails.

Il a ainsi été convenu que les Russes fourniraient les modules de base, notamment ceux où l'équipage résidera et contrôlera la station, tandis que les Améri-

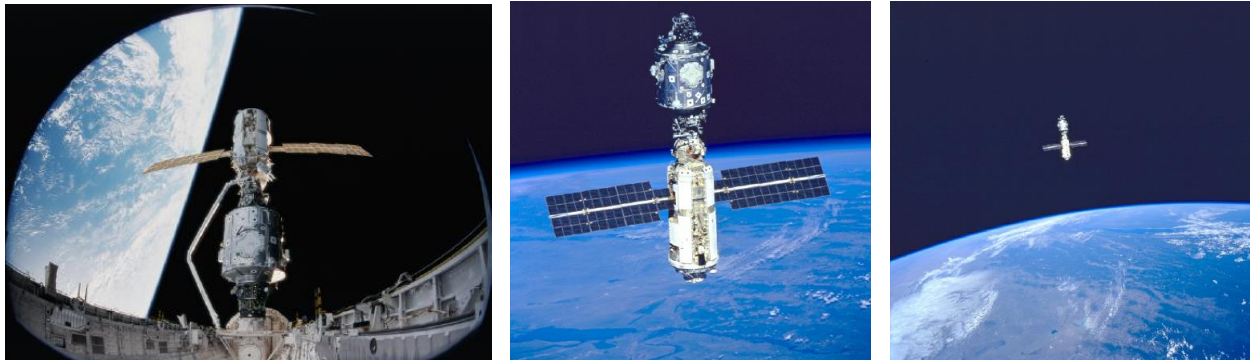
cains, les Européens et les Japonais fourniraient les laboratoires scientifiques. Quant au Canada, fort de l'expertise développée avec les bras robotiques de la Navette spatiale, il fournira les télémanipulateurs nécessaires aux travaux extérieurs à la station.



La Station spatiale telle qu'envisagée en 1993 (à g.) et telle que réalisée vingt ans plus tard.

C'est ainsi que le premier élément de la station, le module russe Zarya, a été placé en orbite le 20 novembre 1998 — ce qui fera très bientôt 20 ans — tandis que l'assemblage s'est amorcé le mois suivant avec l'ajout du module américain Unity par un équipage

en navette. Et c'est le 1^{er} novembre 2000 qu'un premier équipage, composé d'un Américain et de deux Russes, s'est installé à bord.

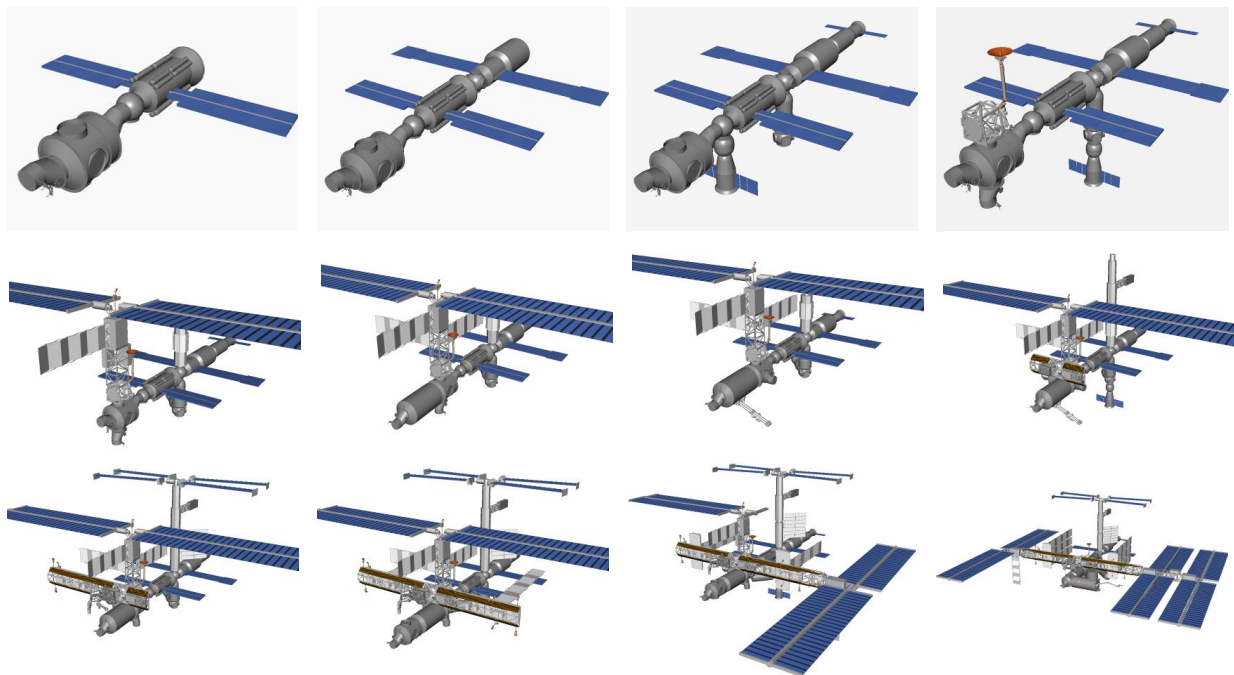


Assemblage des deux premiers modules de la Station spatiale: à gauche, le bras robotique de la Navette descend le module russe Zarya pour l'accoler au module américain Unity fixé dans la soute. Au centre et à droite: la station embryonnaire placée en orbite.

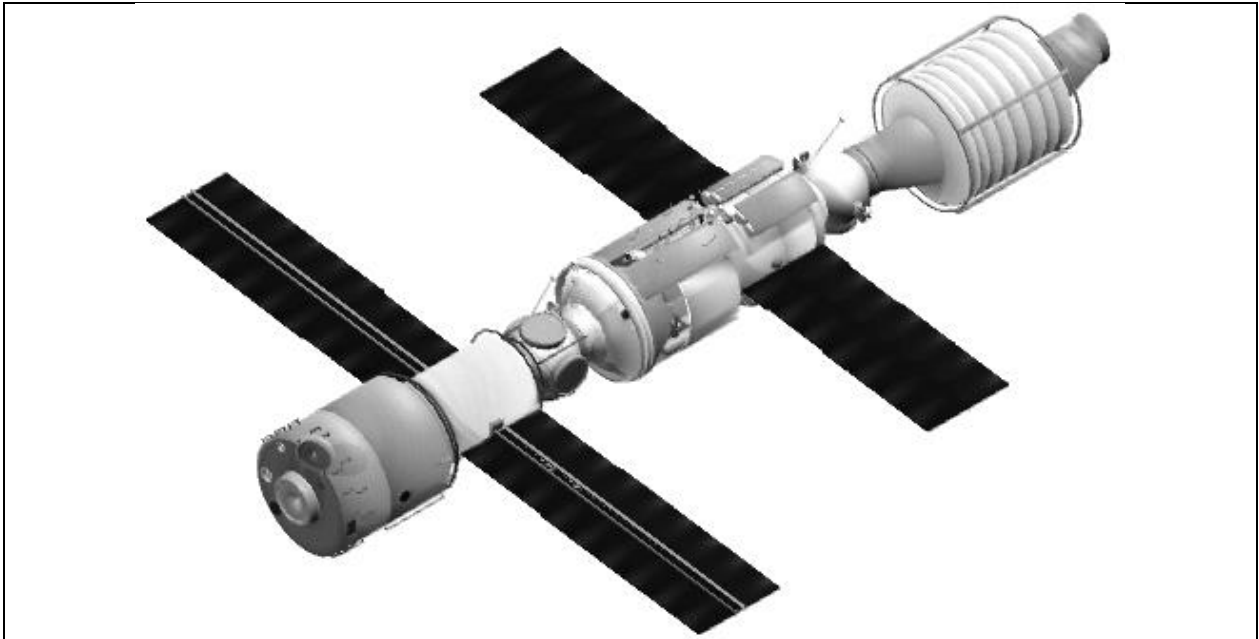
La station était alors embryonnaire, loin d'être achevée comme elle l'est à présent?

En effet, il a fallu une douzaine d'années et une bonne trentaine de vols de navette pour que la station soit finalement complétée, comme on la voit maintenant passer au-dessus de nos têtes. L'assemblage d'ISS a pris fin en 2011.

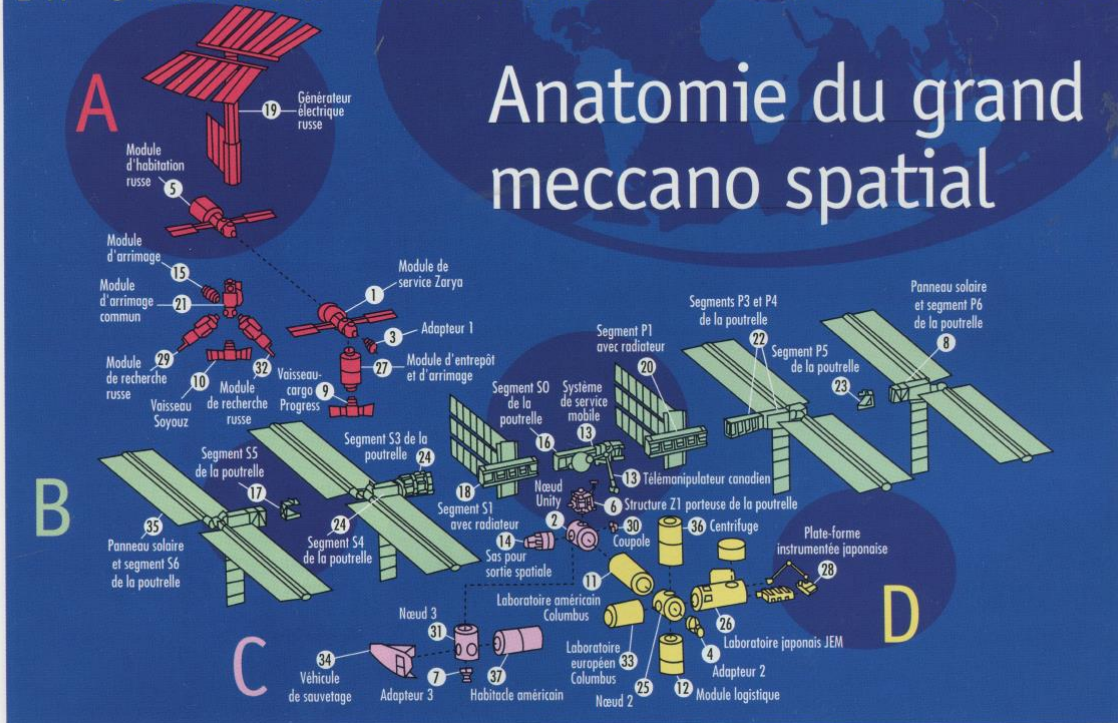
Et depuis dix-huit ans, des équipages composés d'hommes et de femmes provenant des États-Unis, de Russie, d'Europe, du Japon et du Canada se relaient à tous les six mois environ. Actuellement, nous en sommes au 56^{ème} équipage à occuper la station, un équipage composé de trois Américains, de deux Russes et d'un Allemand.



Premières étapes d'assemblage de la Station spatiale internationale.



Anatomie du grand meccano spatial



La Station spatiale internationale (ISS) se compare à un meccano d'une trentaine de pièces qui seront assemblées au cours des six prochaines années. Le dessin ci-haut montre l'agencement des modules formant un complexe orbital de 109 mètres d'envergure (de gauche à droite). Les parties principales ont la taille d'un autobus.

La station peut être divisée en quatre grandes sections. La partie arrière (A) rassemble les composantes russes. Au centre du dessin (B), la longue poutrelle porteuse des panneaux solaires. En dessous à gauche (C), les éléments du cœur de la station et, en bas à droite (D), les laboratoires scientifiques qui constituent la partie avant de la station.

A — LA SECTION RUSSE comprend une dizaine d'éléments, dont les modules scientifiques (29) (32) et ceux d'arrimage et d'entreposage (15) (21) (27). L'énergie nécessaire pour alimenter cette portion sera générée par une tourelle surmontée de huit panneaux solaires (19). Ces éléments se greffent aux deux principaux modules russes : le Module d'habitation (5) et le module de service Zarya (1). Cette section est équipée de plusieurs ports où s'arrimeront des Soyouz (10) transportant les équipages, et des Progress (9) qui livrent régulièrement la marchandise. La portion russe est reliée à la station par l'Adaptateur 1 (3).

B — LA GRANDE POUTRELLE : une bonne part de l'électricité dont disposera la station sera produite par huit paires de panneaux solaires fixés à une poutrelle de cent mètres d'envergure. Comme le suggère le dessin, cette poutrelle se compose de segments préassemblés et juxtaposés les uns aux autres. Les

segments de gauche sont numérotés de S1 à S6 et ceux de droite P1 à P6 ; la lettre S indique le côté tribord (droit) de la station (*starboard* en anglais) et P le côté bâbord (*port* en anglais). Chaque segment est porteur d'une double paire de panneaux solaires, sauf les segments S1 (18) et P1 (20) sur lesquels sont fixés les radiateurs d'évacuation de la chaleur générée par l'appareillage de la station. Le système robotique canadien (13) sera installé sur la poutrelle encore en construction.

C — LE CŒUR DE LA STATION repose sur le nœud Unity (2). Il s'agit d'un cylindre sur lequel se greffent six éléments, dont la section des modules russes (A) à l'arrière. La face supérieure d'Unity reçoit la structure Z1 (6) où sera installé temporairement le panneau solaire du segment P6 (8). De chaque côté d'Unity, on fixera le Sas (14) et la Coupole (30) qui serviront respectivement aux sorties spatiales et à l'observation de la Terre. Au-dessous d'Unity, on placera le Module d'habitation américain (37) sous lequel sera entreposé le Véhicule de sauvetage (34). Finalement, la partie avant d'Unity recevra le module scientifique américain Destiny (11).

D — LES LABORATOIRES SCIENTIFIQUES, en tête de la station, comprennent le laboratoire Destiny (11) au-devant duquel est fixé le Nœud 2 (25). Celui-ci reçoit de part et d'autre les laboratoires européen Columbus (33) et japonais JEM (26). Ce dernier est doté d'une plate-forme instrumentée (28). Le dessus du nœud est occupé par la centrifugeuse (36), le dessous par un module logistique (12) où est déposé tout le matériel convoyé depuis la Terre par la navette. Celle-ci s'arrimera au-devant de la station sur l'Adaptateur 2 (4).



Thème 2

Vivre en apesanteur, du rêve à la réalité

J'imagine que tout le monde a un jour rêvé de flotter dans l'espace comme un astronaute. Ça doit être formidable d'évoluer en apesanteur, de pouvoir se déplacer simplement du bout des doigts et de flotter librement. Merveilleux, n'est-ce pas?

Oui, sauf que vivre dans un environnement où aucune force de gravité n'existe est beaucoup plus difficile qu'on l'imagine généralement. Ainsi, à l'époque où j'ai publié mon premier livre, *Vivre en apesanteur*, en 1989, je faisais une petite démonstration devant public.

Je vais vous la refaire ici, en faisant appel à votre imagination...

Imaginez donc: je me présentais sur scène ou devant une classe avec un sac contenant quelques tranches de pain, un pot de beurre d'arachide et un couteau à tartiner. Je tenais à peu près ce discours.

«Imaginez que nous sommes en apesanteur, dans un milieu où tout flotte. Imaginez que mon sac de pain est retenu sur la table à l'aide d'une bande élastique. Mon pot de beurre d'arachide est fixé sur la table grâce à du velcro. Quant au couteau, il est retenu par une bande métallique aimantée...»

«Maintenant, je désire me faire une tartine. J'ouvre donc le sac pour en extraire une tranche de pain; attention toutefois pour ne pas que les autres tranches ne s'envolent. Je prends ensuite soin de bien refermer le sac. J'ouvre alors le pot de beurre d'arachide et fixe le couvercle sur une bande de velcro. (Peut-être n'avez-vous pas remarqué que tous les objets portent de petits morceaux de velcro et que la table et les murs autour de moi en sont tapissés.) Je prends ensuite le couteau. Mais voilà, là, j'ai un problème...»

«Normalement, sur Terre, je déposerais la tranche de pain pour saisir le pot afin d'aller y chercher du beurre avec le

couteau... Mais là, comme je dois tenir ma tranche de pain (sur laquelle il n'y a pas de velcro, c'est indigeste, parait-il!), j'ai un problème, j'aurais besoin d'une troisième main.»

«Voyez-vous, en apesanteur, se faire une simple tartine est beaucoup plus compliqué que sur Terre. Il faudrait pratiquement s'y mettre à deux. Et là, ne parlons pas de se confectionner un sandwich... avec laitue, tomate, viande, fromage et quoi d'autres encore! Et une fois confectionné, le sandwich risquerait fort de se «désassembler» à tout moment...»

Voyez-vous à quel point la moindre tâche en apesanteur peut vite se compliquer?



Qui n'a pas un jour rêvé de flotter en apesanteur... comme ces astronautes?

Et c'est la même chose avec les liquides, qu'on doit maintenir enfermés dans des récipients hermétiques, n'est-ce pas?

Tout à fait. L'eau, le café et les jus se boivent à l'aide de paille. Malheureusement, l'air contenu dans le récipient a tendance à se mélanger au liquide, de sorte que l'astronaute ingère beaucoup d'air en même temps qu'il boit... ce qui provoque des gaz intestinaux à l'«autre bout»...

Les liquides qui se mettent en boule en apesanteur font l'objet de beaucoup de

jeux et de démonstrations par les astronautes...

En effet. Tout liquide qu'on laisse flotter dans les airs se met naturellement en boule. On peut donc jouer avec de belles bulles d'eau ou de jus, qui semblent se comporter un peu comme des méduses. Si on manipule doucement une bulle, on peut l'étirer et lui faire épouser certaines formes, un peu comme de la pâte à modeler. On peut aussi faire s'unir des bulles de différentes couleurs, en utilisant des jus d'orange, de raisin, etc. Des astronautes utilisent également une seringue pour injecter de l'air dans une bulle, celle-ci se comportant alors



L'astronaute Joe Allen s'émerveille devant une bulle de jus d'orange.

comme la membrane d'un ballon. Il faut cependant faire très attention pour que la bulle avec laquelle on joue n'éclate pas, ce qui pourrait faire un sacré dégât.

Ça doit être fascinant de flotter dans l'espace, notamment de traverser une pièce en volant, comme on voit le faire les astronautes?

Tout à fait. Il ne faut pas beaucoup d'effort pour se déplacer en apesanteur. En fait, il faut même plutôt y aller toujours très doucement. Car n'oublions pas que si vous vous donnez un puissant élan, vous devrez faire le même effort pour vous arrêter en bout de course. Vous risquez aussi de vous frapper contre un obstacle et dévier de votre trajectoire.



La meilleure façon de se déplacer consiste à s'élancer tout doucement à travers la pièce.

Oui, mais ce n'est pas facile. Ainsi, lorsque vous tentez de déposer un objet dans les airs, il est difficile de le lâcher sans lui inculquer une petite poussée. L'objet se met alors à dériver.

On peut d'ailleurs distinguer assez facilement les astronautes qui maîtrisent l'apesanteur de ceux qui sont dans l'espace depuis peu de temps. Ainsi, un vétéran est capable de s'immobiliser dans les airs. Il peut aussi déposer un objet en l'air, sans que celui-ci ne se mette à dériver, tandis qu'un novice y parvient difficilement. Mais, à la longue, tous finissent par maîtriser les manipulations en apesanteur. Cependant, même là, un objet ou un astronaute qui n'est pas fixé d'une quelconque façon finira par dériver... à cause des courants d'air.

Mais comment se fait-il qu'il y ait des courants d'air dans la station, il n'y a pourtant aucune fenêtre d'ouverte?!

Bien sûr que non, mais il y a partout des courants d'air afin d'éviter que les astronautes ne s'empoisonnent au gaz carbonique.

Comment ça, s'empoisonner au CO₂?

Eh oui. Le problème, c'est qu'en apesanteur, il n'y a pas de mouvement de

convection, c'est-à-dire le fait que l'air chaud, plus léger, n'a pas tendance à s'élever tandis que l'air frais, plus lourd, tend à descendre. Or, ici sur Terre, l'air qu'on expire est généralement plus chaud que l'air qu'on respire. Or, l'air qu'on expire contient beaucoup de CO₂ tandis que l'air qu'on aspire contient davantage d'oxygène.

En apesanteur, l'air qu'expire l'astronaute aurait tendance à s'agglutiner autour de lui. Il finirait donc pas se baigner dans un nuage de CO₂. C'est pourquoi, partout à travers la station, il y a des ventilateurs qui brassent l'air afin de s'assurer que les résidents ne se retrouvent pas dans une bulle de CO₂. En outre, ces courants d'air entraînent le CO₂ vers des filtres qui l'absorbent.

Le fait de se retrouver en apesanteur dans un laboratoire nous permet de travailler où bon nous semble, notamment au plafond, n'est-ce pas?

Oui et c'est pourquoi une pièce en apesanteur est beaucoup plus spacieuse que son équivalent sur Terre puisqu'on y occupe la troisième dimension. C'est-à-dire qu'il est aussi facile de travailler à partir du plancher, d'un mur ou au plafond. En outre, vous pouvez aisément travailler la «tête en bas» sans que le sang vous monte à la tête. Et si sur Terre, vous devez vous penchez pour ramasser quelque chose, en apesanteur, vous n'avez qu'à faire une pirouette.



Qui, en apesanteur, a la tête en bas? Tout dépend du point de vue, n'est-ce pas?

Ça doit tout de même être un peu déstabilisant de travailler la tête en bas ou sur les murs ou au plafond, non?

Au début, oui. Mais très vite, l'astronaute adopte ce qu'il appelle sa «verticale locale». C'est-à-dire que peu im-

porte l'orientation qu'il adopte, l'astronaute considère toujours que le haut se trouve au-dessus de sa tête et le bas à ses pieds. C'est dire aussi que dans une même pièce, il peut y avoir plusieurs astronautes qui se côtoient mais selon des «verticales locales» différentes, les uns ayant la tête en bas *par rapport* aux

autres! Au début, ça peut parfois devenir déstabilisant, mais on s'y habitue assez vite, dit-on.



Et comment va-t-on aux toilettes?

Ah, la grande question... que tout le monde se pose. (Dans mon livre *Vivre en apesanteur*, j'y consacre un chapitre... avec photos à l'appui.)

La station comporte un petit cabinet d'aisance où ça se passe à peu près comme pour nous sur Terre. La principale différence, c'est que la gravité est remplacée par l'aspiration de l'air. Vous vous assoyez donc sur le trône et mettez en marche un aspirateur qui attire les déchets vers l'intérieur du trône. Vous vous essuyez ensuite avec du papier hygiénique, comme c'est le cas pour nous, et le jetez dans le trône.

Quant à l'urine, les astronautes utilisent un boyau qui aspire le liquide. Chaque astronaute, homme ou femme, dispose d'un embout conçu pour épouser ses formes...

Il n'est donc pas très difficile d'aller au p'tit coin, même si c'est plus compliqué que sur Terre. Par contre, ça, c'est quand tout se passe bien, car il arrive parfois qu'un astronaute fasse des «dégâts». Il doit alors nettoyer avec soin le cabinet

d'aisance. Il dispose à cette fin de papiers et d'essuie-tout. Mais ça peut être une véritable corvée.

Et comment se lave-t-on?

Bien sûr, pas question de le faire à partir d'eau qui coule d'un robinet. Les astronautes se servent plutôt de lingettes et de serviettes, petites et grandes. Certaines sont pré-mouillées, d'autres contiennent du savon tandis que d'autres sont sèches. À noter que les astronautes utilisent énormément plus de lingettes et de serviettes que nous sur Terre puisqu'elles ne peuvent pas être rincées à l'eau courante, comme nous le faisons sur Terre.

Peut-on prendre une douche en apesanteur?

Oui, mais c'est très compliqué... et pas très agréable. L'astronaute doit d'abord s'enfermer dans un cabinet hermétique. L'eau qui sort d'une pomme de douche a tendance à se mettre en boule, à flotter ou à se coller aux parois de la douche. L'astronaute doit donc la récolter et s'en enduire, ce qui n'est pas plaisant du tout.

Une fois la douche terminée, il doit aspirer (à l'aide d'un aspirateur) toute l'eau qui flotte ou collée aux parois; en quelque sorte, il doit «faire le grand ménage» du cabinet avant d'en sortir, ce qui enlève tout le plaisir de la douche.

Tout compte fait, il n'est vraiment pas agréable de prendre une douche en apesanteur. C'est pourquoi les astronautes préfèrent se laver avec des serviettes.

Comment se brosse-t-on les dents et se fait-on la barbe?

Les astronautes utilisent une brosse à dent et du dentifrice pour se brosser les dents comme nous le faisons. À la fin, il peut soit avaler le dentifrice (conçu à cette fin) ou le cracher sur une serviette de papier qu'il jette.

Pour la barbe, c'est sensiblement la même chose. Il s'enduit le visage de crème, se rase et essuie son rasoir et son visage avec des serviettes de papier.

Pour terminer, il se rince la figure avec une serviette mouillée.

Bref, pas facile la vie en apesanteur... Nous aurions pu aborder une foule d'autres questions sur la vie en apesanteur – notamment ce que les astronautes mangent, comment ils dorment, etc. – ce que nous ferons probablement un jour...

Entre-temps, abordons plutôt le quotidien à bord de la Station spatiale.

Thème 3

Le quotidien à bord d'ISS

Quelle est la durée de la journée et de la semaine normales des résidents de la Station spatiale internationale?

La journée et la semaine normales ressemblent assez aux nôtres, c'est-à-dire que les résidents travaillent douze heures par jour, six jours par semaine.

Mais Claude, tu... tu appelles ça des journées et des semaines normales sur Terre? Dans quel monde vis-tu?!

Hi, hi. Eh oui, car n'oublions pas que les résidents de la station n'ont pas à se rendre à leur travail, ils s'épargnent ainsi des heures et des heures en transport. En outre, ils n'ont pas à s'occuper d'une foule de corvées comme nous sur Terre, dont faire les courses et autres activités qui demandent des déplacements. Qui plus est, ils ne sortent jamais de la station, ce qui leur fait épargner énormément de temps. Et puis, en fin de compte, ils sont là-haut pour travailler...

Mais tout de même, travailler douze heures par jour, six jours par semaine...

Si on considère qu'un occupant de la station dort sept ou huit heures par jour, ça lui laisse environ quatre heures de temps libre chaque jour, soit davantage, me semble-t-il, que pour bon nombre d'entre nous, n'est-ce pas?



Et que font les résidents durant leurs temps libres?

Le passe-temps préféré de tous est de regarder par les hublots, voir défiler la Terre. C'est un spectacle merveilleux, dont on ne se lasse jamais, nous dit-on, puisque ce spectacle se renouvelle sans cesse...

Par ailleurs, les résidents ont comme activités de loisir les mêmes que nous faisons à l'intérieur d'une maison: ils écoutent la télé, regardent des films, lisent des livres – la station étant pourvue de belles collections de vidéos, de livres et de matériel audio. Ils écoutent aussi de la musique, lisent les journaux (électroniques) et naviguent sur Internet. Ils échangent aussi avec leurs proches par téléphone, vidéoconférence, courriel, texto, etc. Ils peuvent même jouer de la musique, puisqu'il y a à bord de la station des instruments, dont un clavier et une guitare.

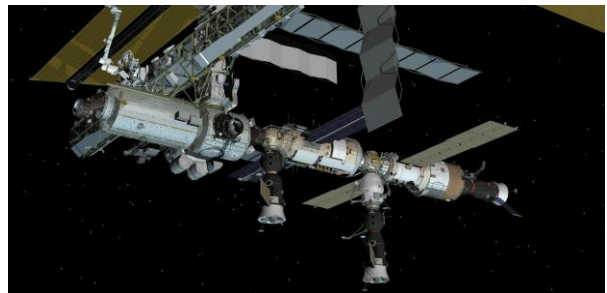


Et n'oublions pas qu'ils improvisent aussi des jeux impossibles à faire sur Terre, notamment avec des liquides et avec des balles, des ballons et autres objets. Ils s'amusent aussi à faire des pirouettes et acrobaties en apesanteur qu'on ne peut envisager sur Terre.



Tu as dit plus tôt qu'ils n'ont pas à faire leurs courses. Tout leur est livré depuis la Terre, je suppose?

Exact. Tous les deux mois environ, les résidents d'ISS reçoivent des tonnes de marchandises livrées par vaisseaux-cargo russes Progress, américains Dragon et Cygnus, européens ATV et japonais HTV. Ces vaisseaux apportent des vivres, mais également du carburant, de l'oxygène, de l'eau, des pièces de rechange, du matériel scientifique ainsi que de petits colis personnels destinés à chacun des résidents.



Sur et sous la station sont amarrés différents vaisseaux de livraison (d'équipage comme de fret).

Que font-ils des déchets? Ils les jettent par-dessus bord?

Surtout pas! Au contraire même, jamais ils ne jettent quoi que ce soit par-dessus bord. Non seulement ne veulent-

ils pas polluer l'espace mais, surtout, tout déchet qu'ils jetteraient risquerait un jour de venir heurter la station, risquant par le fait même de l'endommager.

En conséquence, les items à jeter sont entassés dans les vaisseaux-cargo, une fois que leur contenu a été déchargé. Au terme de leur mission de ravitaillement, ces vaisseaux sont largués et amenés à brûler dans l'atmosphère terrestre, au-dessus du Pacifique. Tous les déchets sont ainsi incinérés.

Notons par ailleurs que les vaisseaux-cargo Dragon sont dotés d'une capsule capable de revenir sur Terre. Avant de laisser partir ces Dragon, les résidents entreposent dans leur capsule du matériel qui sera récupéré, notamment le résultat d'expériences scientifiques et des échantillons de toute sorte, ainsi que des appareils à être réparés ou recyclés, etc.

D'autre part, l'air, l'eau et l'oxygène sont recyclés, si je ne m'abuse?

Tout à fait. L'air est filtrée et nettoyée pour enlever le CO₂ qu'elle contient et réinjectée dans l'atmosphère de la station. C'est quelque chose de facile à faire et qui ne pose aucun problème. On récupère aussi l'humidité de l'air et la transpiration des résidents, qui sont également filtrées et nettoyées, puis ajoutées aux réserves d'eau potable de la station.

De même pour les eaux usées, qui sont en partie récupérées, filtrées et nettoyées. Ça peut paraître quelque peu dégoûtant de penser que les résidents consomment à nouveau ces eaux, mais celles-ci sont traitées par des systèmes de purification très efficaces... comme nos eaux municipales. Incidemment, si vous pensez que l'eau que vous buvez n'a jamais servie à autre chose...

On rapporte que les résidents consacrent beaucoup de temps au nettoyage et à faire le ménage de la station. On dit que c'est même très important, sinon même vital pour eux. Pourquoi?

En effet, il s'agit là de deux tâches extrêmement importantes. D'une part, la propreté de la station est vitale puisqu'il s'agit d'un milieu clos, duquel on ne sort pas durant des mois. Il est donc essentiel d'y maintenir un très haut niveau de propreté. D'ailleurs, chaque week-end, les résidents y consacrent de longues heures.

D'autre part, le rangement est une tâche beaucoup plus importante que pour nous sur Terre. Comme nous l'avons relaté au début, tout flotte naturellement en apesanteur; tout doit donc être systématiquement attaché ou rangé. Imaginez si, d'un coup, on supprimait la force de gravité dans votre maison! Tout s'envolerait et ce serait un indescriptible désordre.



Mais il y a plus important encore. La station est dotée de centaines de casiers, de tiroirs et de placards, tous numérotés. Or, en apesanteur, lorsqu'on cherche quelque chose, on ne peut pas ouvrir un tiroir pour regarder ce qu'il y a à l'intérieur – pour voir si on n'y trouverait pas ce qu'on recherche – car on risquerait

alors de voir tout le contenu s'éparpiller dans les airs. Tout doit être rangé avec précaution.



En conséquence, la station dispose d'un registre détaillé du contenu de chacun des centaines de casiers numérotés. C'est dire que lorsqu'un résident range ou extrait quelque chose d'un casier, il doit immédiatement l'inscrire au registre informatisé. Et lorsqu'il cherche quelque chose, il consulte d'abord ce registre.

Cette tâche est d'autant plus importante que les résidents changent tous les six mois. On ne peut donc pas ranger quelque chose dans un grenier ou à la cave en se disant que le jour où on en aura besoin, on ira fouiller là!

D'autant plus qu'il n'y a pas de grenier ni de cave dans la station! Mais tu as dit

plus tôt qu'on ne sort jamais de la station. Les résidents n'effectuent-ils pas de temps à autres des sorties spatiales?

Oui, mais jamais pour le plaisir de «prendre l'air»! Sortir dans l'espace exige qu'on revête un encombrant scafandre et c'est aussi mettre sa vie en jeu, car n'oublions pas que dehors, c'est le vide absolu.

De fait, on ne sort à l'extérieur de la station que pour effectuer d'importants travaux, notamment pour l'entretien de la station, pour réparer ou changer des équipements ou encore pour placer ou récupérer des expériences scientifiques qui doivent être exposées aux conditions de l'espace. Par conséquent, toute sortie est soigneusement planifiée et elles sont rares. Généralement, au cours d'une mission de six mois, il n'y qu'une, deux ou trois sorties – et parfois aucune – réalisées par deux membres de l'équipage. C'est dire que bon nombre de résidents ne sortent jamais de la station durant les six mois qu'ils y passent.

Très intéressant tout ça... Mais nous verrons dans la prochaine partie à quoi se consacrent les résidents de la Station spatiale internationale.



«Marcher dans l'espace», le rêve de tout astronaute... mais que bien peu réalisent.



Thème 4

À quoi sert-elle?

Comme nous l'avons relaté au début du balado, selon le président Reagan, la station spatiale devait nous faire faire des «bonds de géant» en matière de recherche scientifique, de communication, de métallurgie et de produits pharmaceutiques sauvant des vies, tandis que la NASA envisageait que la station servirait aussi d'observatoire astronomique, de centre de production industrielle, de station-service pour satellites ainsi que de base pour l'assemblage de grandes infrastructures spatiales.

On sait que les astronautes mènent depuis près de vingt ans quantité d'expériences scientifiques. Nous a-t-elle fait faire des bonds de géant en ce domaine, comme l'avait annoncé le président Reagan?

Non, et ce malgré le fait qu'en près de vingt ans, les résidents ont réalisé des milliers d'expériences touchant pratiquement toutes les sphères de la recherche scientifique, que ce soit en science fondamentale (physique, chimie, sciences

des matériaux, etc.) ou encore en biologie, en pharmaceutique, en médecine, etc. En fait, imaginez un domaine de recherche et il y a de bonnes chances pour que certaines expériences menées à bord d'ISS y aient touché.

Bien sûr, quantité de chercheurs peuvent faire valoir que les expériences menées à bord de la station ont fait progresser leur domaine de recherche. Toutefois, personne ne peut citer, à ma connaissance, un «bond de géant» que nous aurait fait faire ISS dans un domaine quelconque.

Par «bond de géant», entendons par là qu'il y a un «avant» et un «après» dans un domaine particulier. Par exemple, comme nous l'avons déjà relaté, en astronomie, il y a un «avant» et un «après» Hubble, c'est-à-dire que les observations réalisées grâce au fameux télescope spatial Hubble depuis vingt-cinq ans ont révolutionné nos connaissances de l'Univers. De même, on peut dire qu'en matière de recherche d'exoplanètes, il y a un «avant» et un «après» Kepler, c'est-à-dire que ce télescope spatial lancé en 2009 a révolutionné nos connaissances dans nos recherches de planètes gravitant autour des autres étoiles. De même, on pourrait aussi dire que le programme Apollo a révolutionné notre façon de percevoir la Terre grâce aux photos que nous ont rapportées les astronautes et qui nous ont fait prendre conscience de la fragilité de notre petite planète bleue perdue dans l'immensité obscure de l'espace...

Or, dans le cas de la Station spatiale internationale, on a sûrement fait quantité d'avancées scientifiques, mais aucun bond de géant. À ma connaissance, il n'y a aucun «avant» et «après» dû aux recherches menées à bord d'ISS.

Étonnant, tout de même... Le président Reagan parlait aussi que la station nous ferait faire des «bonds de géant» dans le domaine de la production industrielle dans l'espace. Qu'en est-il?

À l'époque où les Américains ont entrepris le projet ISS, on croyait qu'on ins-

tallerait dans l'espace des usines qui fabriqueraient divers produits tirant profit de l'absence de gravité et/ou du vide parfait qui règnent dans l'espace. On pensait ainsi qu'on fabriquerait de nouveaux matériaux, qu'on usinerait des pièces «révolutionnaires», qu'on purifierait des produits pharmaceutiques et médicaux comme il est impossible de le faire sur Terre.

On pensait en fait que l'espace deviendrait rentable et qu'on y installerait de véritables usines industrielles. Et la station devait être le point de départ et le banc d'essai de ces productions industrielles.

Or, rien de tel n'a eu lieu. En fait, on s'est vite aperçu que manufacturer des produits dans l'espace coûterait beaucoup trop cher pour être rentable et on n'a pas découvert de propriétés industrielles qui valent littéralement leur pesant d'or. Ainsi, aucun projet d'usine spatiale n'a vu le jour.

La station ne devait-elle pas aussi servir d'observatoire astronomique?

C'est ce qu'on envisageait au départ. Il est vrai que quelques expériences astronomiques ont été réalisées à partir de la station, mais celle-ci n'est nullement devenue un observatoire astronomique comparable à nos observatoires terrestres. En fait, ce sont des télescopes spatiaux comme Hubble et Kepler qui assurent l'essentiel des observations astronomiques réalisées depuis l'espace.



Le quatre portions de la Station spatiale: à chaque extrémité, les panneaux solaires générant l'électricité de bord; vers le centre, les panneaux ondulés qui servent à évacuer la chaleur. Tous ces panneaux sont fixés à la grande poutrelle centrale. Et au centre, les modules de la station spatiale, dont sous la poutrelle, les modules scientifiques japonais (à gauche), américains (au centre) et européen (à droite).

On évoquait également que la station servirait de centre d'entretien des satellites et de base pour l'assemblage de grandes structures orbitales. Qu'en est-il?

On prévoyait à l'époque que la station servirait à l'entretien et à la réparation des satellites, ainsi qu'à leur ravitaillement en carburant. Elle serait ainsi devenue une station-service pour satellites. En outre, comme on envisageait l'opération d'usines orbitales et de diverses grandes infrastructures (notamment en télécommunication), on pensait que celles-ci pourraient être assemblées à partir d'ISS.

Or, rien de tel n'a vu le jour puisque qu'on s'est rendu compte qu'il est beaucoup plus économique de remplacer les satellites vieillissants que de procéder à leur entretien. Et cela s'est d'autant plus imposé que nombre de satellites demeurent à présent en service durant des décennies sans besoin d'être ni entretenus ni ravitaillés. Qui plus est, étant donné les progrès technologiques fulgurants que nous faisons, il devient nettement plus

pertinent de remplacer les satellites défectueux par des engins tout neufs et à la fine pointe de la technologie.

Quant à assembler de grandes infrastructures à partir d'ISS, aucun projet n'a vu le jour.



Réparation d'un satellite par des astronautes (ici, entretien du télescope spatial Hubble).

ISS est donc essentiellement un laboratoire scientifique où on réalise des recherches de base?

Oui. Mais il est intéressant de constater qu'on a modifié sa vocation depuis une quinzaine d'années. Pour justifier l'existence d'ISS, on fait à présent valoir qu'en plus de son rôle en recherche fondamentale, la station sert à «préparer l'avenir», c'est-à-dire à parfaire nos connaissances en prévision d'éventuelles expéditions habitées vers la Lune et vers Mars.

Ce sont toutefois des objectifs à très long terme qui n'ont rien à voir avec les «bonds de géant» qu'on nous promettait au départ.

Il me semble que c'est bien peu, compte tenu de tous les efforts et sommes d'argent qu'on consacre à ISS. Au bout du compte, ne nous restera-t-il que le résultat de milliers d'expériences scientifiques et un certain savoir-faire acquis en prévision d'éventuelles expéditions interplanétaires?

C'est une bonne question. En fait, selon moi, la grande «retombée» de la Station spatiale internationale – son legs, si je puis dire – pourrait bien être sa contribution à la paix dans le monde.

Ah vraiment! Comment ça?

Eh oui. L'aspect le plus remarquable du projet, me semble-t-il, c'est qu'il s'agit du plus ambitieux et du plus complexe projet de coopération internationale jamais réalisé.

Comme nous l'avons relaté, dès le départ, ce projet a amené les Américains, les Européens, les Japonais et les Canadiens à collaborer étroitement et sans relâche depuis trente-cinq ans – ce qui

n'est pas une mince affaire – dans la poursuite d'un projet d'une envergure comparable à aucun autre projet international. C'est en soit une réalisation grandiose, digne de la construction de la Grande pyramide de Khéops.

À première vue, cette collaboration semble avoir été facile – sinon même aller de soi – puisque tout s'est formidablement bien passé. Mais en réalité, ça n'a pas été si facile. Il y a eu quantité d'écueils au fil des décennies, mais le fait que l'assemblage et l'opération d'ISS se soient déroulés sans grand drame donne à penser que ça a été simple et facile – ce qui est loin d'être le cas.

Et à cette collaboration occidentale s'est ajoutée celle des Russes.

Justement, et c'est là qu'intervient la contribution d'ISS à la paix dans le monde.

L'extraordinaire contribution du projet aura été d'avoir uni les Américains et les Russes dans la réalisation d'un projet de haute technologie... hautement stratégique. Or, si on remonte à 1984, année où le président Reagan a lancé le projet, une telle collaboration était impensable. On avait alors affaire à deux superpuissances qui se disputaient la domination du monde et qui se livraient une féroce compétition de tous les instants et à tous les niveaux.

Or, le fait d'unir leurs forces pour réaliser un tel projet et qu'ils l'aient mené à bien sont en soit un prodige. Prodige et, surtout peut-être, vital pour notre sécurité à tous.

N'oublions pas, en effet, que durant des décennies, ces deux grandes puissances nucléaires menaçaient de s'anéantir l'une et l'autre, entraînant avec elles le reste de l'humanité. Non seulement ne se faisaient-elles pas confiance mais

Russes et Américains se détestaient profondément.

Or, le fait de collaborer étroitement dans la réalisation d'ISS a fait en sorte que des dizaines de milliers d'Américains et de Russes se côtoient au quotidien depuis des décennies et ont tissé des liens solides. Et ce, que ce soit aux plus hauts échelons de leur gouvernement respectif qu'entre techniciens et scientifiques. C'est ainsi que les uns ont découvert que les autres ne sont pas si «détestables» qu'on le disait autrefois – au contraire même.

C'est dire que la mise en œuvre d'ISS – comme la réalisation de d'autres projets conjoints américano-russes, dont des

accords de désarmement – a écarté la menace d'anéantissement nucléaire mutuelle qui a pesé sur nous durant des décennies.

Remarquons enfin que ces dernières années, nombre de tensions ont jailli entre les deux puissances, tensions qui ont sérieusement miné les relations entre Américains et Russes. Or, malgré tout, les deux ont continué de collaborer dans l'opération d'ISS, la station contribuant de ce fait à maintenir les liens étroits entre les deux gouvernements – ce qui n'est pas à négliger en cette période de tension grandissante.

Conclusion

«Pourquoi ça n'a pas «marché»?»

Claude, en préparant ce balado, une question t'est venue à l'esprit: «Pourquoi ça n'a pas marché?» Mais qu'est-ce qui au juste n'a pas «marché»? Que veux-tu dire?

En préparant ce balado, j'ai songé au fait qu'au début de l'ère spatiale, on rêvait de construire de grandes bases orbitales dans lesquelles vivraient des centaines de personnes. Et c'est à partir de ces bases qu'on se serait élancé vers la Lune et vers les planètes.

Or, non seulement a-t-il fallu attendre les années 2000 pour voir enfin ce rêve se concrétiser – mais avec seulement une station spatiale qui n'héberge qu'une demi-douzaine de personnes – mais surtout, on observe à présent qu'il n'y aura pas de suite. C'est-à-dire qu'après ISS, on ne construira pas une

autre station spatiale d'envergure, et encore moins une base spatiale habitée en permanence par une centaine de personnes.

La question que je me suis donc posée est: pourquoi? Pourquoi n'y a-t-il pas une suite à la Station spatiale internationale dans un avenir prévisible? Autrement dit: pourquoi notre rêve de départ n'a pas marché?

Et j'imagine que tu as trouvé la réponse?

Non, pas la réponse, mais des brides de réponse.

Ainsi, comme nous l'avons relaté dans nos balados sur les *Satellites militaires* et *Homme dans l'espace*, à l'aube de l'ère spatiale, on imaginait qu'on aurait besoin de centaines de personnes en

orbite pour réaliser une foule de tâches qui sont maintenant accomplies par des satellites, notamment par des satellites de télécommunication, de météorologie et de surveillance de la Terre à des fins militaires et civiles. De même, ce sont des robots qui explorent le Système solaire, et non pas de valeureux équipages, comme on l'imaginait autrefois. Nul besoin, donc, de placer des centaines de personnes en orbite.

Cependant, dans les années 1980, alors qu'on connaissait bien l'importance des satellites et des sondes spatiales, on imaginait pourtant que la station allait jouer d'importants rôles, sinon même qu'elle allait nous faire faire des «bonds de géant»... Ce qui n'a pas été le cas. Pourquoi?

Parce que, comme nous l'avons relaté plus tôt, l'accès à l'espace demeure toujours beaucoup trop dispendieux. Il n'est donc pas rentable d'exploiter des usines en orbite ni d'explorer la Lune et les planètes à l'aide de vaisseaux habités.

Comme nous l'avons relaté dans notre balado *Espace 2068*, envoyer des humains dans l'espace à l'aide de fusée coûte à la fois trop cher et, surtout, demeure beaucoup trop risqué. Aujourd'hui encore, on n'accède pas à l'espace comme on se transporte d'un bout à

l'autre de la planète grâce à des avions fiables et économiques.

Dans ce sens – comme nous l'avons déjà relaté – peut-être sommes-nous, en matière de transport spatial, comme à l'époque des avions à deux ailes du début du 20^e siècle. Peut-être nous faudra-t-il attendre la venue de systèmes de transport spatial véritablement révolutionnaires pour que ce dont on rêvait jadis deviennent réalité?

Ajoutons enfin que l'espace est un milieu très hostile aux hommes et aux femmes qu'on y envoie. Ceux-ci mettent constamment leur vie en jeu. Et cela, c'est aussi vrai en orbite terrestre qu'à travers le Système solaire ou sur n'importe quelle planète... Toujours se pose la question: à quoi bon risquer des vies humaines? Est-ce vraiment nécessaire ou doit-on plutôt faire appel à des robots? Le fait est que l'espace n'est vraiment pas un milieu aussi romantique qu'on l'imaginait autrefois!

En attendant, ce qui ne fait aucun doute, c'est que le jour où on mettra fin à l'opération de la Station spatiale internationale, probablement dans une douzaine d'années environ, il n'y aura pas de suite. Mais on n'en est pas là pour le moment et l'aventure des hommes et des femmes qui séjournent à bord d'ISS durant des mois se poursuit.

*** Fin ***