BIBLIOTHÈQUE *du* PARLEMENT

LIBRARY *of* PARLIAMENT

ÉTUDE GÉNÉRALE

La station spatiale internationale : la participation du Canada

Publication n° 2010-17-F
Le 7 mai 2010
Révisée le 14 janvier 2013

Jean Dupuis

Division de l'industrie, de l'infrastructure et des ressources
Service d'information et de recherche parlementaires

La station spatiale internationale : la participation du Canada
(Étude générale)

La présente publication est aussi affichée en versions HTML et PDF sur IntraParl (l'intranet parlementaire) et sur le site Web du Parlement du Canada.

Dans la version électronique, les notes de fin de document contiennent des hyperliens intégrés vers certaines des sources mentionnées.

This publication is also available in English.

Les ***études générales*** de la Bibliothèque du Parlement sont des analyses approfondies de questions stratégiques. Elles présentent notamment le contexte historique, des informations à jour et des références, et abordent souvent les questions avant même qu'elles deviennent actuelles. Les études générales sont préparées par le Service d'information et de recherche parlementaires de la Bibliothèque, qui effectue des recherches et fournit des informations et des analyses aux parlementaires ainsi qu'aux comités du Sénat et de la Chambre des communes et aux associations parlementaires, et ce, de façon objective et impartiale.

Publication n° 2010-17-F
Ottawa, Canada, Bibliothèque du Parlement (2013)

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1

2 LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE 2

2.1 L'assemblage de la station spatiale internationale 2

3 LE PROGRAMME CANADIEN DE LA STATION SPATIALE 4

3.1 Pourquoi le Canada participe-t-il? 4

3.2 Le système d'entretien mobile 5

4 AUTRES CONTRIBUTIONS INTERNATIONALES 7

4.1 *Kibo* – Le module d'expérimentation japonais 7

4.2 *Columbus* – Le module pressurisé de l'Agence spatiale européenne 8

4.3 La contribution de la Russie 8

5 LA SITUATION ACTUELLE 10

LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE : LA PARTICIPATION DU CANADA*

1 INTRODUCTION

La station spatiale internationale (SSI) est une installation de recherche en orbite basse exploitée par un consortium international d'agences spatiales[1]. Son assemblage, amorcé en 1998, s'est terminé en 2011. Selon les plans actuels, la station demeurera en service au moins jusqu'en 2020[2]. Cette publication présente un historique de la SSI et de la contribution des principaux participants au projet, plus particulièrement de celle du Canada.

En 1984, les États-Unis, sous la présidence de Ronald Reagan, s'engagent à construire une station spatiale habitée en permanence et invitent le Canada, le Japon et l'Agence spatiale européenne (ASE) à prendre part à cet ambitieux programme. Deux ans plus tard, le Canada, le Japon et 11 pays membres de l'ASE acceptent d'y participer.

En janvier 1998, le Canada et les autres participants initiaux à la SSI signent un accord intergouvernemental révisé qui établit un nouveau partenariat comprenant maintenant la Russie et le Brésil. Le nouvel accord tient compte des changements apportés au programme de la station spatiale par suite de la participation importante de la Russie et des modifications apportées à la conception au fil des années.

La mission de la SSI est triple :

- d'abord, servir de base de recherche orbitale permettant d'étudier les effets de longs séjours dans l'espace sur la physiologie et le bien-être humains, information essentielle à la réussite de l'exploration et de l'exploitation de l'environnement spatial.
- ensuite, servir de laboratoire de recherche de pointe pour l'étude des caractéristiques propres à l'espace et de leur application (gravité presque nulle, vide presque parfait et absence de parasites atmosphériques), ainsi que de nouveaux matériaux, médicaments et technologies.
- enfin, servir de banc d'essai technique pour la construction, l'exploitation et l'entretien de systèmes complexes dans l'espace[3].

Le gouvernement canadien a accepté de se charger de la conception, de la construction et de l'exploitation de l'un des éléments essentiels de la station, le système d'entretien mobile (SEM). (Un élément essentiel doit fonctionner au moment voulu et comme prévu pour que la mission puisse se poursuivre.) Servant à des tâches d'assemblage, d'entretien et de mise au point effectuées sur la station spatiale, le SEM se compose d'une base mobile, de deux manipulateurs (le télémanipulateur de la station spatiale, aussi appelé Canadarm2, et le manipulateur agile spécialisé, ou Dextre) et du système canadien de vision spatiale, qui fournit aux deux manipulateurs des « indices visuels synthétiques » pour leur permettre de « voir » ce qu'ils font. Le coût total de la construction, des essais et de l'exploitation des éléments matériels du SEM était évalué à 1,3 milliard de dollars canadiens au

31 mars 2003[4]. Ce montant ne comprend pas les coûts annuels d'assemblage, d'entretien et d'utilisation liés à la participation de l'Agence spatiale canadienne (ASC) au programme de la SSI, coûts estimés à 44,3 millions de dollars canadiens pour l'exercice 2012-2013[5].

2 LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE

La SSI n'est pas la première station spatiale au monde. À partir de 1971, l'Union soviétique et plus tard la Russie lancent trois programmes de station spatiale (*Saliout*, *Almaz* et *Mir*) qui fournissent des plateformes orbitales à plusieurs équipages. En 1973-1974, les États-Unis se lancent dans le programme *Skylab* qui permettra à trois équipes successives d'astronautes américains de rester de un à trois mois en orbite. Entre cette époque et la décision prise en 1984 de construire la station spatiale, les Américains s'emploient surtout, dans le cadre de leur programme de vols spatiaux habités, à mettre au point la navette spatiale. En service de 1986 à 2001, la station *Mir* permet d'acquérir une expérience pratique précieuse des séjours prolongés dans l'espace. En 1995, les États-Unis commencent à envoyer des navettes vers *Mir* afin d'intégrer progressivement la Russie dans le programme de la SSI.

En 1990, en raison de restrictions budgétaires et de doutes au sujet de la conception de la station proposée, le Congrès américain demande à la NASA de revoir ladite conception et de modifier le programme. Il en résulte une version plus petite de la station spatiale, qui devient la proposition officielle. Ce changement ne touchant en rien la conception du SEM, le Canada poursuit ses travaux selon les critères formulés au départ par la NASA.

2.1 L'ASSEMBLAGE DE LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE

L'assemblage de la SSI commence en novembre 1998 avec la mise en orbite par l'agence spatiale russe du module *Zarya*, bientôt suivie, en décembre 1998, par le transport du module *Unity* par la navette spatiale *Endeavour* (STS-88). Le lancement du troisième module (*Zvezda*), fourni par les partenaires russes de la NASA, a lieu en juillet 2000[6]. Il suffit de six vols d'assemblage pour rendre la station « visitable ». Les trois premiers astronautes résidants arrivent à la SSI en novembre 2000. Depuis, de nombreux vols spatiaux avec ou sans équipage, pour des opérations d'assemblage et de maintenance de la station, ou pour relever les équipages, ainsi que trois vols aux fins d'utilisation, ont lieu tous les ans[7]. Les pays qui participent à l'exploitation de la station en partagent les frais. Leur temps d'utilisation des laboratoires et l'espace qu'ils y occupent sont proportionnels à leur contribution. D'autres pays peuvent demander à ce que des expériences soient réalisées dans la station, sur une base commerciale et si le temps et l'espace le permettent.

Au départ, l'assemblage de la SSI devait se terminer en 2006, mais la perte de la navette *Columbia* (STS-107) et de son équipage, en février 2003, entraîne une interruption des vols et retarde de plus de deux ans et demi la construction de la station. L'assemblage reprend en juillet 2005 avec la livraison du module logistique polyvalent *Raffaello* par l'équipage de la navette *Discovery* (STS-114)[8].

Le laboratoire de l'ASE est livré et assemblé en février 2007. Entre mars 2008 et juillet 2009, trois navettes livrent les éléments du module d'expérimentation japonais. En mai 2010, un mini-module de recherche pressurisé russe (MRM-1 ou *Rassvet*) est fixé au port d'amarrage faisant face à la terre du module *Zarya*[9]. Les missions STS-133 et STS-134 marquent la fin de l'assemblage de la SSI en 2011[10]. En juillet 2011, au cours de la dernière mission du programme de la navette spatiale (STS-135), l'équipage de la navette *Atlantis* accomplit plusieurs tâches, dont l'installation d'instruments, la réalisation d'expériences scientifiques et le ravitaillement de la station spatiale[11]. Au terme de la phase d'assemblage, la NASA prévoyait déjà de continuer à affecter des fonds à l'exploitation de la SSI au moins jusqu'en 2020.

Il est difficile de calculer le coût du projet de SSI pendant toute la durée de son cycle de vie. Des exigences mal définies, des changements au contenu du programme et des problèmes de surveillance ont entraîné des retards, des modifications complexes et des dépassements de coûts. D'après le Government Accountability Office (GAO) des États-Unis, la NASA a eu du mal à limiter les coûts et à respecter le calendrier de construction tout au long du programme de la SSI[12].

Selon des articles de journaux citant des estimations récentes de la NASA, les États-Unis auront investi au total 31 milliards de dollars américains dans la construction de la station et 11 milliards de dollars américains de plus seront nécessaires pour en assurer le fonctionnement jusqu'à l'exercice 2016 (année de mise hors service prévue au moment de la publication du rapport du GAO)[13].

Selon d'autres sources d'information, le projet de SSI aura coûté en tout, selon les estimations, entre 35 et 100 milliards de dollars américains (sans tenir compte de la contribution financière des autres pays participants). L'estimation la plus basse représente uniquement les coûts directs liés au développement, à l'assemblage et à l'exploitation de la station – les seuls que la NASA communique normalement. L'estimation la plus élevée comprend les coûts du programme des navettes spatiales utilisées pour la livraison des différents éléments de la station.

En 2005, l'ASE estimait le coût total du programme de la SSI à environ 100 milliards d'euros (soit environ 151 milliards de dollars canadiens, selon le taux de change annuel moyen). Il s'agit du coût que se seront partagé les principaux participants au projet (États-Unis, Europe, Japon, Russie et Canada) sur 30 ans (de 1985 à 2015)[14].

Le coût d'exploitation de la SSI continuera d'augmenter, car l'administration du président américain Barack Obama a annoncé en juin 2010 qu'elle est d'accord pour que l'on prolonge la durée de vie de la station de 2016 à 2020, voire au-delà[15]. Selon le plus récent budget présidentiel pour l'exercice de 2013, le budget annuel de la NASA pour le fonctionnement de la SSI et les activités de soutien s'élève à 4,013 milliards de dollars américains. Le budget théorique annuel de la NASA pour les activités liées à la SSI est fixé à 4,035 milliards pour les quatre prochains exercices financiers[16].

Devant les coûts relativement élevés d'un projet dont les résultats finaux demeurent incertains, certains observateurs se demandent s'il aurait même dû voir le jour. La SSI, qui a connu de nombreux retards et dépassements de coûts, est de dimension

plus modeste, a un plus petit équipage et une capacité moindre pour ce qui est des activités scientifiques que ce qui avait été prévu à l'origine[17]. Certains observateurs ont fait remarquer que les sommes consacrées à une plateforme orbitale d'une utilité scientifique limitée auraient pu être investies dans des projets spatiaux plus ambitieux sur le plan scientifique et technique, comme l'envoi de sondes spatiales vers d'autres planètes ou de missions avec équipage sur la Lune et sur Mars[18].

3 LE PROGRAMME CANADIEN DE LA STATION SPATIALE

3.1 POURQUOI LE CANADA PARTICIPE-T-IL?

De nombreuses raisons ont été avancées pour justifier la participation du Canada au programme de la SSI, notamment :

- le prestige international que le pays acquiert en tant qu'économie industrielle à la fine pointe de la technologie;
- la garantie d'un accès à de nouveaux secteurs technologiques de pointe importants;
- les retombées technologiques terrestres qui en découlent;
- l'accès à long terme à l'environnement spatial pour les chercheurs canadiens;
- la formation d'une main-d'œuvre hautement qualifiée dans les secteurs de la robotique et de l'automatisation.

À court terme, les retombées techniques et économiques sur Terre sont sans doute les objectifs les plus importants, ainsi que la création d'un bassin de scientifiques et d'industriels chevronnés dans plusieurs nouveaux domaines technologiques. Selon l'ASC, la participation du Canada au programme de la SSI devrait générer pour environ 6 milliards de dollars canadiens de retombées économiques et, du début du programme à 2008, elle a rapporté à l'industrie aérospatiale canadienne pour 919 millions de dollars de contrats[19]. D'après un audit de l'ASC effectué en 2012, le coût total de la participation du Canada à la construction de la SSI s'élevait à 1,245 milliard de dollars au 31 mars 2003 pour le développement, la conception et l'installation du SEM, auxquels s'ajoutent depuis cette date, les dépenses d'exploitation annuelles engagées pour continuer de participer au programme, soit quelque 40 millions de dollars[20].

Bon nombre des technologies mises au point pour la station spatiale, particulièrement dans les domaines de la robotique et de l'automatisation, auront des applications terrestres, entre autres pour le travail dans des milieux « hostiles » comme en connaissent parfois l'industrie nucléaire, l'exploitation minière et l'exploitation des ressources extracôtières. Cependant, certains observateurs mettent en doute la valeur de la participation du Canada. Ils se demandent notamment si les avantages qui en découleront compenseront les coûts de cet ambitieux projet d'ingénierie, ces coûts étant élevés (par rapport au budget de l'ASC) et les applications de la robotique limitées[21].

3.2 LE SYSTÈME D'ENTRETIEN MOBILE

La contribution du Canada au programme spatial américain s'était limitée jusque-là au Canadarm – un franc succès – utilisé dans presque tous les vols de la navette spatiale. Il était logique que le Canada, quand on lui a demandé de participer au programme de la station spatiale, s'appuie sur ce savoir-faire. Pour s'assurer de pouvoir continuer à prendre part aux activités après la mise en service de la station, il a insisté pour que sa participation ne se résume pas à la simple fourniture d'un élément matériel. Ayant obtenu l'accord des États-Unis à ce sujet, il a accepté de concevoir, de construire et d'exploiter le SEM. Avant l'entrée en scène de la Russie, le Canada était le seul pays autre que les États-Unis à fournir un élément essentiel de la station.

La figure 1 présente une vue conceptuelle du SEM. Ce système joue le rôle principal dans l'assemblage et l'entretien de la station spatiale : il sert à déplacer le matériel et les fournitures autour de la station, aide les astronautes dans leurs activités extravéhiculaires et assure l'entretien des instruments et des autres charges utiles fixées à la station. Le SEM sert aussi à l'amarrage des véhicules de transfert automatiques, ainsi qu'au chargement et au déchargement de leur soute. Le Canada est responsable de toutes les tâches liées à la conception, à la mise au point et à l'exploitation à long terme du SEM.

Comme le montrent les figures 1A et 1B, le SEM comporte deux éléments principaux : le télémanipulateur (Canadarm2) et le manipulateur agile spécialisé (Dextre). Le télémanipulateur Canadarm2 compte sept articulations motorisées et commandées par ordinateur (au lieu de six, comme le Canadarm de la première génération). L'ajout de la septième articulation accroît la fonctionnalité du bras en lui permettant de reproduire la plupart des mouvements du bras humain.

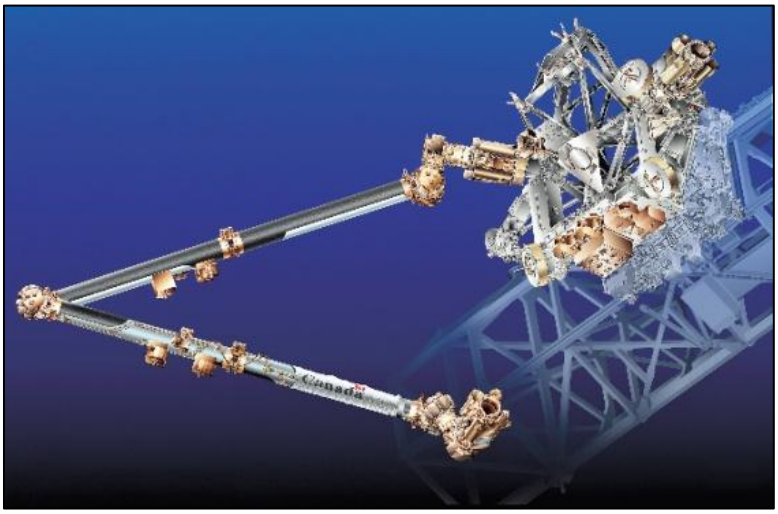
D'une longueur de 17,6 m, le bras peut saisir une charge utile de 116 000 kg. Le Canadarm2 a été livré à la NASA en février 1999 et envoyé dans l'espace à bord de la navette spatiale *Endeavour* en avril 2001. Il est monté sur une base mobile fabriquée au Canada, elle-même arrimée au transporteur mobile américain, qui a l'aspect d'une petite voie ferrée longeant la poutrelle principale de la station.

Le Canadarm2 est aussi conçu de manière à pouvoir accueillir Dextre, robot pourvu de deux bras à sept articulations de 2 m de longueur environ chacun. La remarquable « adresse » de Dextre lui permet d'accomplir des tâches plus délicates, dont des travaux sur les circuits électriques, les conduites carburant et les systèmes de refroidissement. Les progrès dans les secteurs de la robotique, des systèmes de vision et de l'intelligence artificielle ont permis de doter Dextre de sens semblables à ceux de l'être humain. Ainsi, il est équipé de caméras qui lui permettent de se diriger autour de la station. Il peut reconnaître des cibles et corriger sa position en conséquence. Des logiciels perfectionnés évitent aussi des collisions entre les deux bras et empêchent automatiquement le coude de heurter tout objet ou personne se trouvant sur sa trajectoire lorsque les bras cherchent à saisir un objet. En plus de « voir » grâce au système de vision spatiale, le robot peut aussi « palper ». Il est équipé de systèmes capteurs de force qui l'informent de la pression qu'il applique sur un objet quand il le touche, le pousse, le tire ou le tord. On peut donc l'utiliser

pour réparer ou remplacer des pièces électroniques fragiles ou serrer des écrous sans risquer de les endommager. Ainsi, les astronautes n'ont plus besoin de sortir dans l'espace pour effectuer des réparations de routine[22].

Figure 1

A. Le télémanipulateur de la station spatiale (Canadarm2)



B. Le manipulateur agile spécialisé (Dextre)

Source : Site Web de l'Agence spatiale canadienne. Images : MD Robotics Ltd.

Le Canadarm2 et Dextre sont conçus pour durer plus de 10 ans et pour supporter avec un maximum de fiabilité le stress d'une exposition prolongée dans l'espace. L'équipe industrielle chargée de la plupart des éléments du Canadarm2 et de Dextre a été constituée de manière à répartir dans l'ensemble du pays les dépenses

gouvernementales en matière spatiale. Cette équipe était dirigée par MD Robotics, de Brampton (Ontario), et comprenait IMP Group (Halifax), CAE Électronique (Montréal), FRE Composites (Saint-André, Québec), CAL Corporation (Ottawa), SED Systems (Saskatoon) et MacDonald Dettwiler and Associates Ltd. (Richmond, Colombie-Britannique). Dextre devait être installé à bord de la SSI au cours d'une mission en 2003. Cependant, l'accident de la navette *Columbia* et l'enquête qui a suivi ont interrompu le calendrier de vol original des navettes, ce qui a retardé d'au moins deux ans les travaux d'assemblage. Pour finir, Dextre a été livré et installé en mars 2008[23].

Le Programme canadien de la station spatiale comprend aussi des installations au sol très pointues, à savoir le Complexe d'exploitation du SEM, situé au siège de l'ASC à Saint-Hubert (Québec), qui fournit l'infrastructure, les ressources, le matériel et les compétences nécessaires à l'exploitation spatiale du SEM. Il s'agit d'un centre ultramoderne qui abrite plusieurs installations d'exploitation et de formation, dont le centre de soutien aux opérations spatiales, le simulateur d'exploitation du SEM, le simulateur cinématique d'exploitation et le centre de formation sur le système d'entretien mobile.

La participation du Canada au projet de SSI ne se limite pas à la fourniture d'équipement et d'installations au sol. En effet, des astronautes canadiens font partie des équipages qui mènent des recherches scientifiques et qui prennent part aux activités quotidiennes de la station. Depuis le début du projet, six astronautes canadiens ont visité la station : Julie Payette (mai-juin 1999 et juillet 2009), Marc Garneau (novembre-décembre 2000), Chris Hadfield (avril-mai 2001 et de décembre 2012 à mai 2013), Steve MacLean (septembre 2006), Dave Williams (août 2007) et Robert Thirsk, premier Canadien à participer à une mission de six mois à bord de la station (mai-décembre 2009)[24]. En mars 2013, Chris Hadfield deviendra le premier commandant canadien de la SSI.

En septembre 2009, Guy Laliberté, fondateur du Cirque du Soleil, passe 12 jours à bord de la station. Il est le premier « touriste de l'espace » canadien et il fait partie des touristes de l'espace qui ont participé à un programme spécial lancé par l'Agence spatiale russe pour financer en partie ses activités[25].

4 AUTRES CONTRIBUTIONS INTERNATIONALES

4.1 *KIBO* – LE MODULE D'EXPÉRIMENTATION JAPONAIS

Le module d'expérimentation japonais, ou *Kibo*, contribution du Japon au projet de station spatiale, accueille des activités générales de recherche scientifique et de développement technologique, y compris des études sur la microgravité. Ce laboratoire comporte un module pressurisé (un tube de 10 m de long et de 4,2 m de diamètre), une installation plus petite ouverte sur l'espace, un sas reliant ces deux éléments, ainsi qu'un télémanipulateur local et un module logistique expérimental. Ce dernier est fixé au laboratoire, mais on peut l'en détacher, le renvoyer sur Terre pour y livrer les résultats d'expériences et les produits fabriqués dans l'espace, le remplir de nouveau matériel et de fournitures, et le renvoyer à la station pour

l'amarrer de nouveau à *Kibo*, qui est lui-même fixé à la poutrelle de base de la station. Ses différents éléments ont été livrés et installés sur la station spatiale entre mars 2008 et juillet 2009.

On adapte actuellement le module logistique *Kibo* pour le rendre compatible avec le H-II, le véhicule automatique de transfert orbital mis au point par le Japon pour ravitailler la SSI. Un vol de démonstration du H-II a eu lieu en septembre 2009. L'Agence japonaise d'exploration spatiale prévoit d'effectuer à l'aide du H-II une mission de ravitaillement de la SSI par an de 2010 à 2017[26].

4.2 *COLUMBUS* – LE MODULE PRESSURISÉ DE L'AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE

Columbus, laboratoire polyvalent, représente une partie de la contribution de l'ASE à la station spatiale. Ce module de près de 12 m de long et de 4,5 m de diamètre est fixé en permanence à la station. Il a été conçu principalement pour des travaux scientifiques internationaux en physique des fluides, des recherches en sciences de la vie et des recherches sur des matériaux.

Comme le module japonais *Kibo* et les modules d'habitation et de laboratoire américains, *Columbus* peut servir de refuge à l'équipage. Autrement dit, en cas d'urgence, l'équipage de la station y disposera de suffisamment d'espace et de vivres pour attendre les secours. Le lancement de *Colombus* était prévu pour 2004, mais le laboratoire a été livré et installé en février 2008.

L'ASE a aussi mis au point des véhicules de transfert automatiques (VTA) servant à expédier des fournitures à la SSI et à en rapporter les déchets. L'ASE prévoit de livrer ainsi à la SSI environ huit tonnes de fret tous les 18 mois à peu près. Le premier VTA, le *Jules Verne*, chargé de provisions, a été lancé en avril 2008 et est demeuré amarré à la station jusqu'en septembre de la même année. Une fois sa mission de ravitaillement terminée, le VTA se désintègre en rentrant dans l'atmosphère terrestre, détruisant ainsi jusqu'à 6,5 tonnes de matériel devenu inutile dans la station[27]. Jusqu'à maintenant, l'ASE a lancé trois VTA vers la SSI. Une quatrième mission de ravitaillement est prévue pour le début de l'année 2013.

4.3 LA CONTRIBUTION DE LA RUSSIE

Depuis la fin de la guerre froide, la Russie et les États-Unis ont entrepris ensemble un certain nombre de projets scientifiques. L'expérience acquise par la Russie grâce à la station spatiale *Mir* a incité les États-Unis à inviter ce pays à participer à la SSI. La Russie a accepté de donner aux astronautes américains accès à la station *Mir* pour qu'ils y acquièrent une expérience et a décidé d'utiliser son expertise pour construire plusieurs éléments de la SSI. Les États-Unis ont pris en charge la conception et le financement de la construction en Russie de *Zarya*, module de fret fonctionnel servant maintenant à l'entreposage.

La Russie fournit aussi des vaisseaux spatiaux *Soyouz* pour transporter des équipages à la station et les rescaper en cas d'urgence. Au départ, elle avait accepté d'utiliser son lanceur lourd *Proton* (fusée) pour lancer d'autres modules de la station.

La contribution la plus complexe de la Russie à la SSI est le module de service *Zvezda*, qui a abrité les premiers quartiers habitables pour les astronautes chargés de l'assemblage de la station. Il contient aussi des équipements de survie et des éléments de propulsion essentiels. Le module devait être lancé en novembre 1999, mais un manque de ressources et de multiples défaillances des lanceurs en ont reporté à plusieurs reprises la livraison à la SSI. La NASA a fini par débloquer des fonds supplémentaires pour redémarrer le projet, et *Zvezda* a enfin été lancé en juillet 2000.

La Russie a annoncé par la suite qu'en raison de contraintes financières, elle avait complètement arrêté de travailler sur les autres petits éléments de la station spatiale qu'elle avait initialement accepté de fournir. En outre, elle n'a pas été en mesure d'assurer le soutien au lancement qu'elle avait promis de fournir à l'origine au moyen de la fusée Proton. Ses difficultés financières continues ont suscité de vives préoccupations au sujet de la hausse des coûts qui s'ensuivrait si la NASA devait finalement fournir les éléments promis par la Russie. Un certain nombre de modules américains et russes prévus pour la SSI ont été annulés en raison de contraintes budgétaires et de la modification de la SSI par suite de l'accident de la navette *Columbia*. Certains modules russes ont été modifiés et finalement livrés par navette spatiale (p. ex. le premier mini-module de recherche russe a été livré par la navette *Atlantis* en mai 2010)[28].

La perte de la navette *Columbi*a en février 2003 a remis à plus tard les autres lancements de navette et retardé la construction de la SSI de deux ans et demi. Le vaisseau spatial *Soyouz* est alors devenu le seul moyen de transport des équipages à destination de la station. On a en outre décidé de réduire temporairement de trois à deux personnes des équipages appelés à effectuer de longs séjours dans la station, afin d'économiser les produits consomptibles (c.-à-d. l'air, l'eau et la nourriture)[29]. Les vaisseaux-cargo *Progress* sans équipage continuent d'assurer le ravitaillement et le soutien logistique de la station en l'absence de navette spatiale. L'équipage de mission de longue durée (c.-à-d. six mois) a été ramené à trois membres lors de la mission *Expedition* 20 (mai-décembre 2009).

Après l'enquête sur l'accident de la navette *Columbia*, le gouvernement américain a annoncé qu'il mettrait un terme au programme de la navette spatiale peu après l'achèvement de l'assemblage de la SSI, en 2011.

En avril 2007, la NASA a annoncé la signature avec la Russie d'un contrat de 719 millions de dollars américains afin d'assurer la rotation des équipages et les services de transport de fret jusqu'en 2011. Ce nouveau contrat prévoyait les rotations de 15 membres d'équipage sur trois ans, ainsi que la livraison de fret et l'enlèvement des déchets. Il prévoyait également qu'un astronaute de l'un des pays participant au projet de SSI passerait environ six mois à bord de la station[30].

Depuis 2007, la NASA a renégocié plusieurs ententes contractuelles avec l'Agence spatiale de la Fédération de Russie pour le transport des équipages vers la SSI. En mars 2011, la NASA en a signé la dernière version. Elle y convient de verser 753 millions de dollars américains à l'Agence spatiale russe pour le transport de 12 astronautes vers la SSI. Le contrat à prix fixe prend fin en juin 2016 et prévoit

le transport de six membres d'équipage en 2014 et de six autres en 2015 vers la SSI, ainsi que le retour sur Terre du dernier groupe au printemps 2016[31].

Entre-temps, la NASA accorde des fonds à des partenaires du secteur privé pour qu'ils mettent au point un système de transport d'équipage et de fret commercial de fabrication américaine utilisable à partir de 2015 pour rejoindre la SSI[32].

5 LA SITUATION ACTUELLE

Au départ, la NASA devait cesser d'investir dans la SSI en 2015 et la désorbiter au plus tard en 2016. Toutefois, en 2010, l'administration Obama a proposé des modifications importantes à la politique spatiale américaine, y compris d'accroître l'exploitation de la station au moins jusqu'en 2020.

Au cours d'une conférence internationale tenue à Tokyo en mars 2010, les directeurs des agences spatiales canadienne, européenne, japonaise, russe et américaine se sont rencontrés pour discuter de leur collaboration concernant la SSI, compte tenu des récentes modifications apportées à la politique spatiale américaine. À la fin de la conférence, ils ont publié une déclaration commune précisant qu'aucune contrainte technique n'empêchait le maintien en service de la station au-delà de l'horizon de planification de 2015 jusqu'en 2020, voire au-delà, et qu'ils souhaitaient tous vivement en poursuivre l'exploitation aussi longtemps qu'elle serait rentable. Tous les directeurs d'agence se sont engagés à faire les démarches nécessaires auprès de leur gouvernement respectif pour arriver à un consensus sur le maintien de la station au cours de la prochaine décennie[33]. En avril 2011, l'ASE a confirmé à la NASA son engagement à soutenir l'exploitation de la SSI au moins jusqu'en 2020[34].

Depuis qu'elle a mis fin au programme de navettes spatiales, la NASA a recentré ses priorités et ses ressources de manière à :

- développer ses activités d'exploration;
- mener des activités de recherche-développement;
- faire appel dans une plus grande mesure aux technologies aérospatiales du secteur privé pour le transport des équipages et du fret vers la SSI;
- élargir ses capacités d'exploration humaine de l'espace au-delà de l'orbite basse terrestre en élaborant un nouveau système de transport comprenant un lanceur gros porteur (système de lanceur spatial) et une capsule spatiale habitée (véhicule habité polyvalent *Orion*)[35].

NOTES

* Lynne C. Myers, anciennement de la Bibliothèque du Parlement, est l'auteure de la version originale du présent document.

1. Font partie de ce consortium les États-Unis (National Aeronautics and Space Administration – NASA), la Russie (Agence spatiale de la Fédération de Russie – RKA), le Japon (Agence japonaise d'exploration spatiale – JAXA), le Canada (Agence spatiale canadienne – ASC) et 11 pays européens regroupés au sein de l'Agence spatiale européenne (ASE), soit l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la France, l'Italie, la Norvège, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse. (Voir NASA, « Space Station Assembly », *International Space Station.*) Le Brésil est partenaire bilatéral des États-Unis dans le projet de SSI aux termes d'un contrat de fourniture de matériel avec la NASA. En contrepartie, il a accès aux installations de la station et il pourra y envoyer un astronaute. L'Italie a conclu une entente similaire avec les États-Unis, même si elle est déjà membre de l'ASE.

2. National Aeronautics and Space Administration (NASA), *International Cooperation at NASA*, p. 25.

3. NASA, *The National Aeronautics and Space Administration (NASA) Research and Utilization Plan for the International Space Station (ISS): A Report to the Committee on Science of the United States House of Representatives and the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the United States Senate*, juin 2006.

4. Agence spatiale canadienne (ASC), *Vérification du cadre de gestion du programme d'opérations d'assemblage et d'entretien de la station spatiale internationale (1.2.1.1)*, septembre 2012, p. 7.

5. ASC, « Analyse des activités de programmes par résultat stratégique », section 2 du *Budget des dépenses de 2012-2013 : Rapport sur les plans et les priorités*, 2012, p. 22 et 23.

6. NASA, « Past Expeditions and Crews », *International Space Station Assembly*. Voir également : RussianSpaceWeb.com, *A complete chronology of ISS missions*.

7. Au 31 décembre 2012, selon les calendriers de lancement des agences spatiales américaine et russe, 71 vols habités et 58 missions de ravitaillement sans équipage ont été effectués à destination de la SSI :

   - 37 vols à bord de navettes spatiales (NASA);
   - 34 vols à bord des vaisseaux *Soyouz* (RKA);
   - 50 missions de ravitaillement par un véhicule *Progress* sans équipage (RKA);
   - 3 missions à l'aide d'un véhicule de transfert automatique (ASE);
   - 3 missions à l'aide d'un véhicule de transfert H-II (JAXA);
   - 2 missions de ravitaillement commerciales à bord du vaisseau *Dragon* (entreprise privée américaine Space-X).

   Ces données ne comprennent pas les lancements, à l'aide des fusées *Proton*, des deux premiers principaux éléments de la SSI, soit le module de fret fonctionnel *Zarya* en novembre 1998 et le module de service *Zvezda* en juillet 2000.

8. NASA, « STS-114 », *Mission Archives*.

9. NASA, « Final Planned Flight of Atlantis Delivers New "Dawn" », *Space Shuttle*.

10. NASA, « Shuttle Missions – 2011 », *Space Shuttle*.

11. NASA, *STS-135: The Final Mission*, juillet 2011, p. 65. Peu de temps après la fin de la mission STS-135, les navettes ont été mises hors service et le programme en place depuis 30 ans a été interrompu. La NASA a délégué au secteur privé la mise au point du prochain véhicule spatial habité qui ravitaillera la SSI. Entre-temps, la NASA travaille à l'élaboration de son prochain engin spatial piloté qui permettra d'effectuer des missions d'exploration avec équipage sur la Lune, dans l'espace lunaire et sur Mars.

12. Government Accountability Office des États-Unis, *NASA: Challenges in Completing and Sustaining the International Space Station*, témoignage devant le sous-comité de l'espace et de l'aéronautique, Comité des sciences et de la technologie, Chambre des représentants, 24 avril 2008.

13. Joel Achenbach, « Space Station Is Near Completion, Maybe the End », *The Washington Post*, 13 juillet 2009.

14. Agence spatiale européenne (ASE), « How much does it cost? », *International Space Station: Human Spaceflight and Exploration*.

15. Bureau du président des États-Unis, *National Space Policy of the United States of America*, 28 juin 2010.

16. NASA, « Space Operations », *FY 2013 Budget Request*.

17. Mark K. Matthews, « International Space Station: Critics ask, where's the science? », *Los Angeles Times*, 10 mai 2012.

18. Denis Legacey, « Is the International Space Station Really Worth It? », *Options politiques*, mars 2001.

19. ASC, *Station spatiale internationale*.

20. ASC (2012).

21. Legacey (2001).

22. Pour visionner une vidéo montrant le Canadarm2 à l'œuvre avec Dextre, voir : « Canadarm2 et Dextre », *Images et vidéos*.

23. ASC, « 2008 – Mars », *Jalons*.

24. ASC, *Missions spatiales*.

25. Société Radio-Canada, « Laliberté dans l'espace », 30 septembre 2009.

26. Agence japonaise d'exploration spatiale, *H-IIB Launch Vehicle No. 3 (H-IIB F3): Overview*, p. 11.

27. ASE, « ATV Flight Phases », *Automated Transfer Vehicle*.

28. Agence d'information Novosti, *Russia Needs Billions More to Complete Its ISS Segment*, Moscou, 14 avril 2008.

29. NASA, « Russian Soyuz TMA Spacecraft », *International Space Station*.

30. NASA, *NASA Extends Contract with Russia's Federal Space Agency*, communiqué C07-18, 9 avril 2007.

31. NASA, *NASA Extends Crew Flight Contract With Russian Space Agency Administrator; Bolden Repeats Call for American-Made Commercial Alternative*, communiqué C11-013, 14 mars 2011.

32. *Ibid*.

33. ASE, *Déclaration commune des chefs des agences spatiales partenaires du programme ISS*, communiqué, 11 mars 2010.

34. NASA, *NASA Receives European Commitment To Continue Space Station*, communiqué 11-125, 27 avril 2011.

35. NASA, *NASA Exploration Destinations, Goals, and International Collaboration pursuant to the Conference Report (House Report 112-284) accompanying the FY 2012 Consolidated and Further Continuing Appropriations Act (P.L. 112-55)*, août 2012.