

Desservir la Station spatiale internationale

En 1995, lors de la conférence ministérielle de Toulouse (France), l'Europe s'est officiellement engagée à participer au programme de la Station spatiale internationale en fournissant le laboratoire Columbus et un véhicule de transfert automatisé, l'ATV (*Automated Transfer Vehicle*) lancé par une version spéciale d'Ariane 5. Dans ce programme, la France demeure un des principaux contributeurs. Le conseil de l'Agence spatiale européenne

a décidé, le 16 décembre 1998, d'attribuer au CNES, pour ses compétences dans le domaine des vols habités et des opérations satellite, le développement et les opérations du centre de contrôle de ce véhicule : l'ATV-CC, situé géographiquement au centre spatial de Toulouse. Ce centre de contrôle, en interface avec les centres de contrôle de Moscou et de Houston, est chargé de la conduite des opérations et de la coordination de l'ensemble des moyens sols nécessaires aux opérations de l'ATV.

ATV, le vaisseau cargo

Il est conçu pour ravitailler la Station spatiale internationale, y rester amarré pendant six mois et assurer les manoeuvres de son rehaussement d'orbite.

Il a une capacité pouvant aller jusqu'à 7,7 tonnes de chargement :

- Jusqu'à 4,7 tonnes d'ergols pour rejoindre la station, en rehausser l'orbite et pour exécuter les manoeuvres d'évitement de débris et de météorites ;
- Jusqu'à 6,5 tonnes d'équipement, d'eau, de nourriture et d'air pour l'équipage.

Après la navette américaine, l'ATV est le plus gros véhicule spatial à desservir la station. Il est trois fois plus gros qu'un Progress. Le premier ATV a été baptisé Jules Verne.

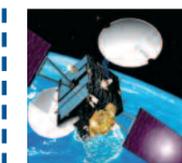


Artémis et TDRS, des relais essentiels vers l'ATV

L'ATV ne transmet aucune donnée directement à la Terre. Les satellites relais Artémis et TDRS (*Tracking and Data Relay Satellite*) sont le lien unique entre l'ATV et son centre de contrôle.

Les satellites de relais de données

La capacité de relayer les données d'un satellite à un autre satellite, situé en orbite géostationnaire, permet de s'affranchir de beaucoup de stations sol.



ARTEMIS (ADVANCED RELAY AND TECHNOLOGY MISSION SATELLITE)

Artémis est un satellite relais européen expérimental développé par l'Agence spatiale européenne. Il a un rôle de soutien vis-à-vis des autres satellites consommateurs d'une bande passante importante due à la lourdeur de taille des données. Les missions nécessitant un relais sont principalement Envisat, les infrastructures orbitales européennes liées à l'ISS (ATV et Columbus), le satellite Adéos 2 en coopération avec le Japon. Artémis présente également une innovation technologique majeure en coopération avec Spot 4 : la liaison optique par laser (charge utile Silex). Contrôlé depuis la station de Redu (Belgique), il est le relais de communication avec l'ATV, en phase attachée.

TDRS (TRACKING AND DATA RELAY SATELLITE)

Ce système de satellites relais, développé par la Nasa, a été déployé à partir de 1983. Il comprend actuellement sept satellites en orbite. Pour les vols habités, il permet d'assurer un contact quasi permanent entre les spationautes et la Terre.

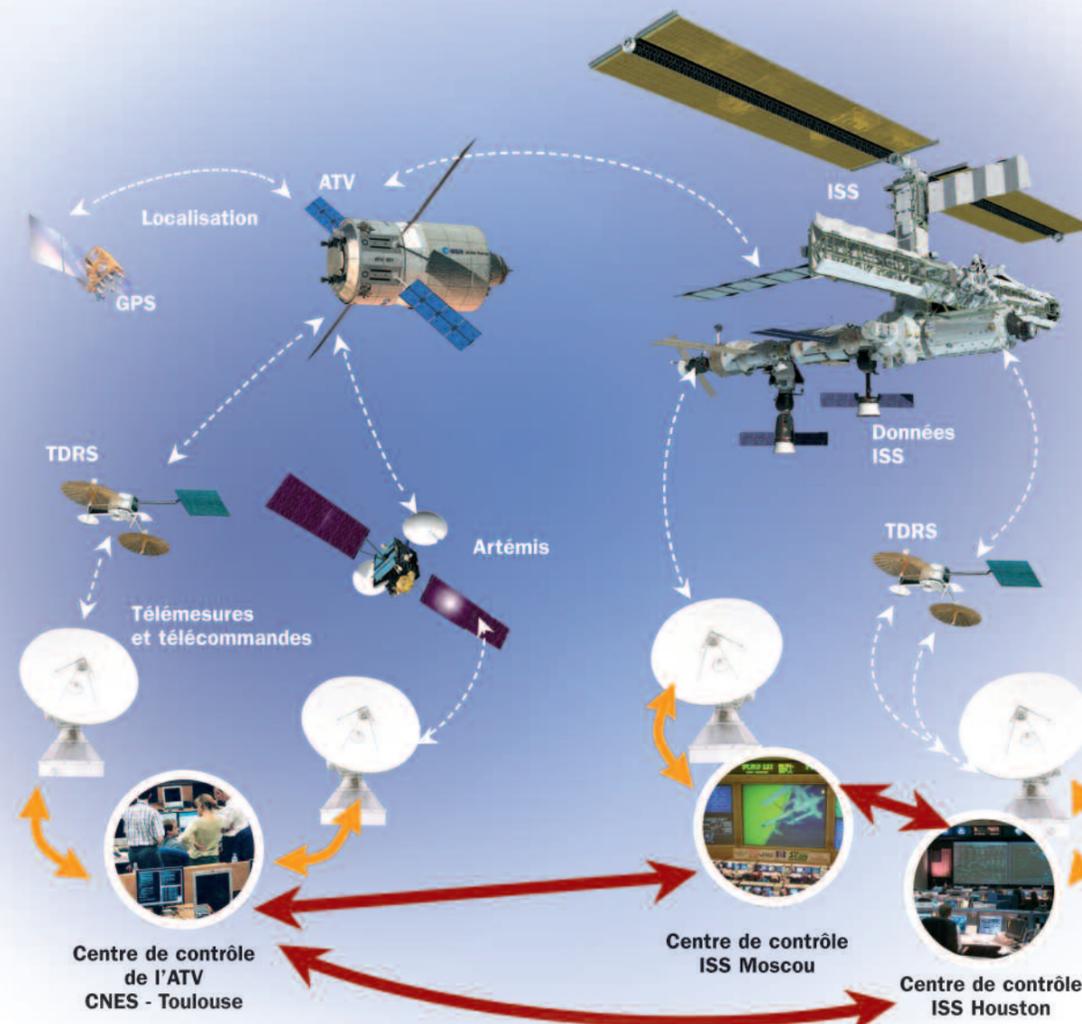
Les missions utilisant le système TDRS sont le télescope Hubble, les satellites Landsat et Topex, ainsi que les missions de vols habités (*Space Shuttle* et *ISS*).

Il est actionné depuis le complexe de White Sands au Nouveau Mexique et représente le relais de communication principal avec l'ATV, durant les phases de vol libre.

Un réseau de centres de contrôle

- Le centre de contrôle de Houston (**MCC-H**) met en oeuvre la partie américaine de la Station spatiale internationale. Il est l'autorité suprême pour toutes les opérations liées à l'ISS.
- Le centre de contrôle de Moscou (**MCC-M**) met en oeuvre le module de service russe auquel l'ATV va s'arrimer. Il gère également la phase de rehaussement de la station.
- L'ATV-CC, situé à Toulouse, est chargé de la conduite des opérations de l'ATV et de la coordination de l'ensemble des moyens sols nécessaires.

A bord de l'ISS, l'équipage prépare la station à recevoir le véhicule de transfert, surveille le rendez-vous et les opérations d'amarrage (intervient au besoin pour les stopper ou annuler l'approche), enfin transfère le fret de l'ATV vers la station, et inversement les déchets de la station vers l'ATV lors du retour.



Analyser la mission

Coordonner les moyens sol

Les activités d'analyse de mission menées par l'ATV-CC concernent l'optimisation de la mission. Elle doit d'une part respecter certaines contraintes formulées par le concepteur du véhicule et les partenaires de la station (sécurité, valeur maximale des manœuvres, éblouissements des senseurs, etc.), et d'autre part minimiser la consommation d'ergols. Plusieurs thèmes techniques sont particulièrement étudiés dans ce cadre-là :

- **le calcul de l'heure de lancement** et la définition des opportunités de rendez-vous,
- **l'analyse des manœuvres** et l'optimisation des trajectoires (phasage, désorbitation et rentrée atmosphérique),
- **la définition du profil** d'attitude de mission, **l'évaluation** des performances de restitution d'orbite et de navigation relative par rapport à l'ISS,
- **le calcul des événements orbitaux**, en particulier les périodes de communications via des stations de poursuites russes, Artémis et TDRS, et la production de chronogrammes de synthèse. L'analyse de mission est une activité fondamentale dans les phases de préparation de la mission.



ATV-CC : 70 postes de travail



Les 700 m² de la nouvelle aile du bâtiment Pierre de Fermat abritent à Toulouse le centre de contrôle et ses équipes



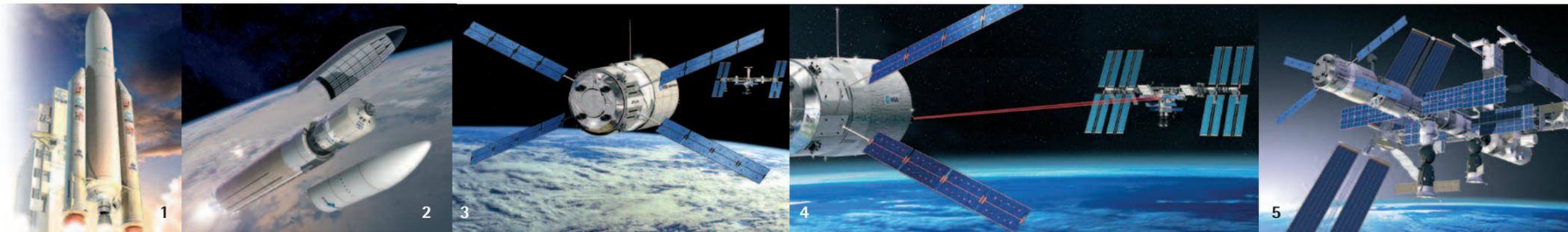
1 Décollage d'Ariane 5 avec à son bord l'ATV

2 3 minutes après le décollage, préparation à l'éjection de la coiffe

3 100 minutes après le décollage, le véhicule automatisé se met en route vers la station

4 3 jours plus tard, utilisation des senseurs optiques pour l'amarrage de l'ISS

5 Amarrage



L'ATV-CC s'insère dans un segment sol international qui fait intervenir de nombreux partenaires :

● **La Nasa avec le centre de contrôle de Houston**

met en œuvre les moyens sol américains (en particulier les moyens de poursuite TDRS).

● **L'Agence spatiale russe avec le centre de contrôle du TsOUP (Moscou).**

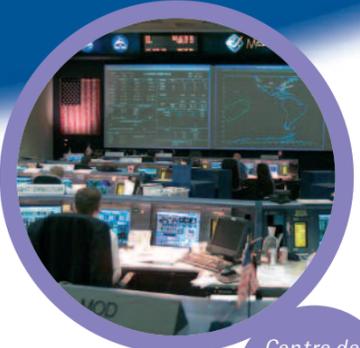
L'ESA avec le centre de contrôle du réseau européen au DLR en Allemagne et le satellite Artémis piloté depuis la Belgique à Redu.

● **Le centre spatial Guyanais (Kourou),** base de lancement du lanceur Ariane qui emportera l'ATV à son bord.

En plus des activités traditionnelles de maintien en condition opérationnelle des divers outils propres au centre de contrôle (suivi et pilotage du véhicule

cargo, calcul de manœuvre et de trajectoire, gestion du plan de vol), une tâche importante de l'ATV-CC

est de veiller à la cohérence de l'ensemble des moyens sol (essentiellement la réservation des moyens et leur coordination opérationnelle avec les partenaires).



Centre de contrôle ISS de Houston



Centre de contrôle de Redu

Centre de contrôle ISS du TsOUP



Salle Jupiter au Centre spatial Guyanais



Conduire les opérations

Plusieurs phases sont à distinguer lors des opérations menées depuis le centre de contrôle de l'ATV :

- Lors du **phasage**, une série de manœuvres démarre lors de la séparation d'Ariane 5 et se poursuit jusqu'au début des opérations intégrées. Ces manœuvres sont plus complexes qu'une classique opération de mise à poste, car le point visé (l'ISS) n'est pas **fixe** mais **mobile** sur sa propre orbite. Les opérations intégrées telles que le rendez-vous, l'amarrage et le départ, sont délicates et critiques pour la sécurité de l'ISS. Lors de ces différentes opérations, l'autorité mission relève de la responsabilité du TsOuP (centre de contrôle de Moscou) puisque le vaisseau est amarré côté russe.

Quatre organisations sont impliquées dans la préparation de ces opérations : les centres responsables du contrôle de l'ISS (Nasa et RKK), l'ESA responsable de l'ATV, le CNES responsable des opérations liées à l'ATV aidé par le centre de contrôle Columbus (gestionnaire du réseau), TDRS et Artémis pour les liaisons bord-sol. La planification s'avère ici essentielle pour coordonner l'ensemble des entités concernées.

- Lors de la **phase attachée**, l'ATV n'est plus un **satellite** mais un **module** à part entière de la station. L'ATV-CC collabore alors tout particulièrement avec les centres de contrôle de Houston et Moscou ainsi qu'avec l'équipage de l'ISS.

- Lors de la **désorbitation** qui conduit à la **désintégration** de l'ATV dans l'atmosphère au dessus du Pacifique Sud (plus vaste zone inhabitée de la Terre), les mesures liées à la sauvegarde des populations sont essentielles.

Une équipe
CNES de
100 personnes



Un lanceur spécifique Ariane 5 ES-ATV

- Étage EPS rallumage (3 allumages au total)
- Structure de la case à équipements renforcée
- Désorbitation de l'étage supérieur après séparation de l'ATV
- Performance visée : 20,5 tonnes en orbite basse



© ESA/D. Duran

6 L'ATV affrète pour l'équipage nourriture, eau et oxygène

7 Correction d'orbite

8 6 mois après le lancement, désorbitation et désintégration



6

7

8

Des hommes au service du cargo européen



Les opérations de l'ATV nécessitent, au centre de contrôle de Toulouse, la participation de plusieurs équipes du CNES, chargées du développement, de la préparation et de l'exécution de la mission Jules Verne (1^{er} exemplaire de l'ATV). Ces équipes (environ 100 personnes) sont notamment responsables :

- **des spécifications et du développement de l'ATV-CC**
 - moyens informatiques dédiés (surveillance et commande, détermination de la position de l'ATV, calcul des manœuvres),
 - moyens vidéo et phonie de coordination opérationnelle,
 - moyens de communication.
- **des opérations :**
 - définition des opérations en liaison avec les partenaires russes et américains,
 - préparation des procédures d'opérations,
 - entraînement opérationnel des équipes (environ 7 mois) à l'utilisation du centre de contrôle et de ses moyens.
- **de la conduite des opérations lors de la mission.**

Les activités de l'équipe ESA de l'ATV-CC (20 personnes de différentes nationalités) s'articulent quant à elles autour du développement et de la mission de l'ATV, notamment :

- **pour le développement**
 - supervision technique du développement des produits opérationnels, et plus particulièrement des produits développés conjointement avec les centres de contrôle russe (MCC-M) et américain (MCC-H),
 - suivi du développement de l'ATV-CC et de ses interfaces avec le segment sol et les opérations,
 - intégration de la charge utile dans la partie cargo,
 - développement des moyens de support aux opérations pour les spécialistes véhicule
- **pour les opérations**, gestion de la mission et des situations non nominales.

La Station spatiale internationale

La Russie, les Etats-Unis, le Japon, le Canada, le Brésil et dix pays européens représentés par l'ESA ont entamé en 1998 la construction de la plus grande station orbitale jamais édifiée. Une fois achevée, l'ISS (International Space Station) sera aussi grande qu'un terrain de football et aura une masse de 465 tonnes. Elle doit accueillir en permanence des équipages de spationautes pour réaliser de nombreuses expériences en micropesanteur. Les principales contributions de l'Europe à cet édifice sont le laboratoire européen Columbus et l'ATV, chargé d'approvisionner la station à partir de 2008

Industriels partenaires

Alcatel Bell-Space, Altran, Apave, Astrium SAS, Atos Origin, Barco, Coframi, Communication & Systemes, Cril, Astrium ST, Elca, Eurocity, Eurogiciel, Expectra, GMV, HTG., Osiatis, Rhea Systems, Rsys, RTM, Terma, Thales IS, Thomson, Vitec Group Communications, Vega.

Agences partenaires



Pour nous contacter :

ATV-CC Centre National d'Etudes Spatiales - DCT/OP/AR
18 avenue E. Belin - 31401 TOULOUSE Cedex 9 - France

Téléphone : +33 (0)5 61 28 29 73
Fax : +33 (0)5 61 27 32 34

<http://www.esa.int> <http://www.cnes.fr>