

Vols spatiaux habités, recherche et applications

Faits marquants

L'accident de la Navette spatiale survenu le 1er février a eu pour conséquences la perte tragique de Columbia et de son équipage mais aussi des sept charges utiles de l'ESA qui faisaient partie de la mission Spacehab (vol STS-107).

La Commission indépendante désignée pour conduire l'enquête sur l'accident de Columbia a été chargée d'en rechercher les causes et de définir les mesures correctives à prendre pour autoriser le retour en vol, en toute sécurité, des autres navettes spatiales. Les résultats de ses travaux ont été publiés en août et l'instance responsable des vols habités à la NASA a approuvé un plan de retour en vol des navettes, le premier devant avoir lieu au plus tôt entre le 12 septembre et le 10 octobre 2004. Il s'agira d'un vol d'essai transportant des éléments logistiques destinés à la Station spatiale internationale (ISS), mais aucune expérience n'y figurera. Ce vol devra démontrer que la surface de la Navette peut être inspectée de façon autonome, depuis l'ISS, et que les tuiles peuvent être réparées. Si cette mission est couronnée de succès, le vol suivant permettra à l'ISS de retrouver son équipage de trois personnes.

La Commission de Contrôle de la Station spatiale a évalué les besoins logistiques de l'ISS en 2003 et 2004 en partant de l'hypothèse que la Navette ne serait pas disponible et a fait un certain nombre de recommandations. En conséquence, la Commission multilatérale de contrôle a décidé de transformer les vols Soyouz 6S (avril), 7S (octobre) et 8S (avril 2004) en vols de rotation d'équipage ; jusqu'au retour en vol de la Navette, l'ISS sera exploitée, provisoirement, avec un équipage de deux personnes. En conséquence, les deux vols Soyouz des astronautes de l'ESA Pedro Duque et André Kuipers ont été retardés de six mois.

Les Chefs d'agences (HoA) se sont réunis en juillet et sont convenus d'examiner et d'actualiser le Plan d'action du Programme ISS. Dans le même temps, les Partenaires internationaux ont déclaré qu'ils étaient solidaires et déterminés à poursuivre le programme. Cette réunion, qui s'est achevée le

Pedro Duque, astronaute de l'ESA, à bord de l'ISS en octobre, devant la boîte à gants pour la recherche en microgravité

29 juillet, marquait le 1000e jour de la présence permanente de l'homme à bord de la Station.

L'ESA a procédé, en interne, à une évaluation des conséquences de ce retard sur le programme d'où il est ressorti que le lancement du module Columbus équipé pourrait être retardé d'environ deux ans. Par voie de conséquence, ce report a une incidence directe sur le planning d'utilisation qui doit donc être revu afin de dégager des occasions supplémentaires et provisoires de vols et d'atténuer ainsi les conséquences négatives sur la communauté scientifique, pénalisée par l'indisponibilité à bord de la Station des quatre installations multiutilisateurs de l'ESA, à savoir Biolab, le Module de physiologie européen, le Laboratoire de science des fluides et le Bâti à tiroirs européen associé à l'installation de cristallisation de protéines. Le nouveau planning est en cours d'élaboration.

Au total, cinq vols à destination de l'ISS ont eu lieu en 2003, dont trois étaient des vols logistiques de véhicules russes Progress, sans présence humaine à bord, et deux étaient des vols Soyouz utilisés pour la rotation des équipages.

Le second des deux vols Soyouz, lancé de Baïkonour le 18 octobre, a également accueilli, avec retard, la mission espagnole Cervantes, à laquelle participait l'astronaute de l'ESA Pedro Duque. Pendant son séjour de huit jours à bord de la Station, il a exécuté un programme d'expériences composé de nombreuses études scientifiques de nature variée ainsi que d'activités menées à titre éducatif, entre autres. Au total, ce sont 24 expériences et activités qui se sont déroulées, avec plus de 85 kg de charge utile emportés en orbite et 15 kg rapportés. Plus de 50 heures du temps d'équipage ont été consacrées à la mission Cervantes.

Développement de l'infrastructure spatiale

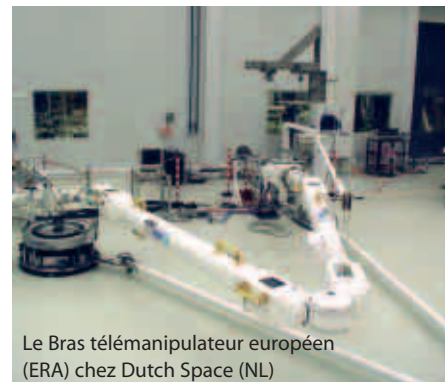
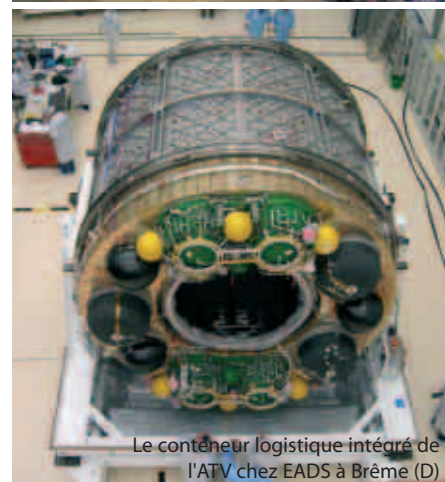
Plus de 90 % des activités relatives au Programme de développement de l'ISS et aux installations de recherche en microgravité pour Columbus (MFC) ont été lancés et sont en voie d'achèvement. D'une manière générale, tous les éléments

produits se comportent de façon nominale.

La campagne d'essai en vue de la qualification du modèle de vol de Columbus a été menée à bon terme et le modèle de vol est prêt pour l'intégration de la charge utile ; la Revue de qualification de Columbus, Partie 1 et la Revue de sécurité 3 se sont déroulées avec succès. Les essais portant sur la microgravité et les bruits audibles ont également donné de bons résultats. Il en a été de même pour les essais des installations de la charge utile Columbus, à savoir Biolab, le Module de physiologie européen et le Laboratoire de science des fluides, qui ont été exécutés au moyen des installations d'essai au niveau bâtis (RLTF). Les essais du Bâti à tiroirs européen ont été préparés. On prépare également l'installation des bâtis à l'intérieur du module Columbus avant les essais du système intégré, qui porteront notamment sur le segment sol.

La fabrication et l'intégration du modèle de vol du premier véhicule de transfert automatique (ATV), baptisé Jules Verne, ont bien avancé, tous les principaux ensembles étant sur le site d'intégration. Les travaux de développement et de vérification du logiciel de vol ont cependant été retardés, ce qui repousse à la mi-2005 l'annonce de la déclaration d'aptitude au vol.

Le transfert de propriété de l'Elément de jonction 2 à la NASA a eu lieu le 18 juin, après sa livraison au Centre spatial Kennedy ; les essais intégrés des éléments multiples comprenant



L'Élément de jonction 2 et le module d'expériences japonais (JEM) ont alors pu commencer ; les résultats ont été concluants. La livraison de l'Élément de jonction 3 est désormais prévue pour début 2006.

Les essais du modèle de vol du Bras télémanipulateur européen (ERA) ont été exécutés et la Revue de qualification ainsi que la Revue de recette ont été menées à bon terme. Au cours de la même période, on a également prononcé la recette des pièces de rechange de vol ainsi que des équipements de préparation et de formation à la mission. Les essais avec participation des astronautes et la vérification des opérations ont pris du retard par rapport au programme et il reste à définir un scénario de lancement.

Fin 2003, les travaux de développement de la Coupole étaient en voie d'achèvement et la Coupole devrait être livrée à la NASA dans le courant de l'été 2004.

Opérations et segments sol associés

Le 18 octobre, une capsule russe Soyouz a été lancée du cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan, avec à son bord un équipage de deux hommes et l'astronaute espagnol de l'ESA Pedro Duque qui participait à la mission Cervantes ; cette mission, intitulée ISS Expédition 8, avait été prévue à l'origine pour avril 2003 mais, compte tenu de l'accident de Columbia, l'ESA s'est désistée en faveur de cette occasion de vol qui permettait un échange d'équipages.



Expérience embarquée sur la mission Cervantes à bord de l'ISS et destinée à étudier l'adaptation du système cardiovasculaire humain à l'impesanteur et sa réadaptation à la gravité

Cette mission s'est parfaitement déroulée ; elle incluait un programme d'expériences, le changement d'équipage de l'ISS et l'échange de la capsule de sauvetage Soyouz TMA accrochée à la Station spatiale.

Tout au long de sa mission de huit jours à bord de l'ISS, Pedro Duque a mené un programme complet d'expériences scientifiques, technologiques et éducatives au titre de la mission Cervantes ; la majorité des expériences était parrainée par le ministère espagnol de la Science et de la Technologie. Ce programme a eu un grand retentissement grâce aux résultats obtenus à l'issue des 22 expériences, dont deux expériences en sciences physiques, pour lesquelles Pedro Duque a utilisé la boîte à gants de recherche en microgravité, quatre expériences biologiques, quatre expériences en physiologie humaine et un certain nombre d'expériences éducatives et de démonstration de technologie.

Pendant la mission Cervantes, Pedro Duque a eu de nombreux contacts avec les médias espagnols et allemands. Il s'est entretenu, via une liaison radio amateur, avec des enfants d'une école primaire qui avaient remporté le concours « Habla ISS » et qui ont ainsi pu lui poser des questions. Il a également conversé, en direct, avec le Premier Ministre espagnol, José María Aznar.

Le module de commandement du Soyouz TMA-2 a atterri près de la ville d'Arkalyk, au Kazakhstan, le 28 octobre, au terme d'une mission de dix jours parfaitement réussie. C'était la quatrième mission Soyouz vers l'ISS avec à son bord un astronaute de l'ESA.

Pendant la mission de Pedro Duque, les opérations en temps réel ont été coordonnées par le Centre des opérations de la charge utile Erasmus, installé à l'ESTEC, Noordwijk (NL), le soutien aux expériences étant apporté par les Centres de soutien et d'exploitation pour les utilisateurs espagnol et belge (USOC). Les interconnexions du segment sol étaient assurées et contrôlées par une équipe en poste à l'ESOC (Darmstadt, D).

Le Système de gestion de données (DMS-R) embarqué sur le Module de service russe et la Boîte à gants de recherche en microgravité du laboratoire américain Destiny ont continué à bien fonctionner.

A la suite de l'évaluation et de la négociation portant sur la proposition relative au Centre de



Centre de contrôle de l'ATV à Toulouse (F)



Centre de contrôle de Columbus à Oberpfaffenhofen (D)

contrôle de l'ATV (ATV-CC), la référence technique et financière a été adoptée et le 17 avril a été signé le contrat portant sur la conception, le développement et la préparation des opérations de l'ATV-CC. La Revue d'aptitude à l'intégration système s'est achevée le 13 août et la Revue critique de conception s'est terminée en novembre.

La Revue de mise en œuvre des opérations de l'ATV-CC a commencé début juillet et s'est terminée fin septembre. Les premiers essais de vérification système se sont déroulés du 18 au 20 novembre.

Les négociations relatives à la proposition de la Phase C/D portant sur le Centre de contrôle de Columbus (COL-CC) ont été menées à bon terme et la signature du contrat de développement a eu lieu le 31 mars. La réunion de clôture de la Revue de définition préliminaire s'est tenue le 18 juillet et un certain nombre de questions laissées en suspens ont été reportées à la Revue 1 de conception système du COL-CC qui a eu lieu le 9 septembre.

Les nœuds de communications COL-CC avec Houston et Huntsville ont été installés et testés avec succès et les essais de commande et de télémétrie ont été menés à bien entre le Centre de contrôle des missions de Houston (MCC-H) et le COL-CC. L'installation du Réseau étendu pour le MCC-H et l'ATV-CC a été également achevée pendant cette période.

La Revue de vérification et de validation des systèmes d'entraînement et des simulateurs de l'ATV a été concluante.

Planning de l'utilisation, travaux de développement des charges utiles et missions préparatoires

L'ESA et la NASA ont signé le 15 juillet et le 14 août, respectivement, l'acte de transfert de propriété de la Boîte à gants pour la recherche en microgravité (MSG) à la NASA.

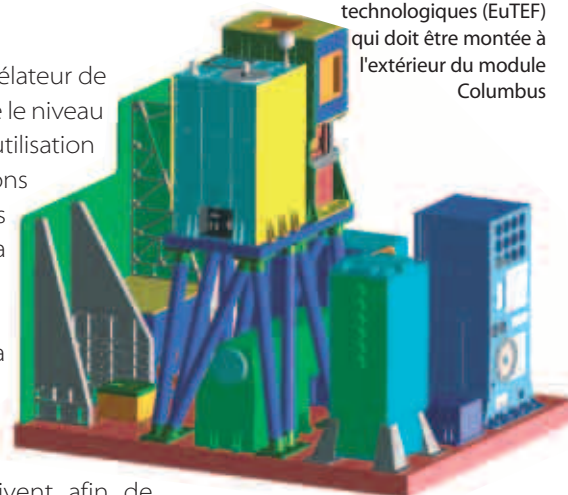
L'unité de vol du congélateur à -80°C (MELFI) a été installée dans le Module logistique polyvalent (MPLM) et est prête au lancement. En raison de l'accident de Columbia et de ses conséquences sur les occasions de vol, l'unité de vol MELFI a été déposée du MPLM en juillet et stockée dans les installations de traitement de la station spatiale du Centre spatial Kennedy.

La Phase B du congélateur cryogénique se poursuit. La Revue des impératifs système s'est achevée le 13 juin et la Revue de conception préliminaire du système a commencé en novembre.

Le Bâti réfrigérateur/congélateur de l'équipage (RFR) approche le niveau de qualification et son utilisation pour l'étude d'échantillons biologiques est en cours de discussion avec la NASA.

Les derniers essais de la plate-forme de pointage Hexapod se déroulent normalement et les négociations se poursuivent afin de savoir si elle doit être livrée à la NASA ou stockée en Europe.

L'installation européenne d'exposition au milieu spatial pour les recherches technologiques (EuTEF) qui doit être montée à l'extérieur du module Columbus





Le Bâti à tiroirs européen (EDR)

expériences EXPOSE. Les essais de qualification d'EXPOSE sont achevés et le modèle de vol (avec maquettes de plateaux) est prêt pour la livraison. La CDR et la revue de sécurité de l'EuTEF se sont bien déroulées et l'approvisionnement des pièces du modèle de vol ainsi que la fabrication du matériel ont commencé. Les essais du modèle d'identification électrique avec les autres expériences se sont poursuivis. Toutes les expériences du Lot 1 ont subi avec succès les essais et feront l'objet de la Revue de recette.

Le contrat de Phase C/D de l'Ensemble horloge atomique spatiale (ACES) a été signé le 11 juillet et la première réunion de la Commission chargée de la Revue de définition préliminaire a eu lieu fin septembre.

La Revue de sécurité de vol de Phase 2 portant sur la charge utile extérieure SOLAR s'est achevée en septembre et la Revue critique de conception (CDR) a eu lieu en novembre.

L'installation d'exposition au vide spatial EXPOSE a été déplacée de l'ensemble EXPORT avec le CPD (dispositif de pré-pointage) vers l'ensemble EuTEF (installation européenne d'exposition au milieu spatial pour les recherches technologiques), sans le CPD. Les chercheurs se sont mis d'accord sur le nouvel emplacement extérieur sur l'EuTEF qui assure un pointage solaire réduit des spécimens utilisés pour les

Le Système mondial de transmission (GTS), monté à l'extérieur de la composante russe de l'ISS, fonctionne de façon nominale.

La CDR du mannequin destiné à mesurer les rayonnements ionisants, Matroshka, a été menée à bon terme ; l'approvisionnement des pièces et la fabrication du matériel sont en cours. Les essais thermiques et de structure du modèle de vol de Matroshka sont achevés et le lancement est prévu lors du vol Progress 13P en janvier 2004.

L'Adaptateur de charges utiles externes de Columbus (CEPA), développé par la NASA pour



Journées de vols paraboliques de l'ESA



La fusée-sonde Maxus-5 sur le pas de tir de Kiruna (S)

être remis à l'ESA pour le montage de charges utiles extérieures, a été fabriqué. L'Accord d'assistance technique CEPA a été consolidé et les opérations de livraison et d'intégration en Europe de l'EuTEF et de SOLAR progressent normalement.

La Revue de sécurité de la Phase 3 intégrée portant sur le Bâti européen à tiroirs (EDR) s'est déroulée avec succès le 30 juillet et le modèle de vol sera livré pour les essais RLTF en janvier 2004.

La CDR du Module de transport européen pressurisé (ETC) s'est terminée le 8 août et la Revue de sécurité 3 s'est déroulée en décembre.

La campagne des essais d'ambiance du modèle de vol du Système européen de culture modulaire (EMCS) a été menée à bon terme dans la perspective de son lancement à bord du vol ULF-1.1.

Les travaux de développement technique du Système d'exercice et de recherche en atrophie musculaire (MARES) sont en cours.

En mars, les propositions IMPRESS (recherches pluridisciplinaires orientées « produits » dans le domaine de la science des matériaux) et HEALTHY (projet d'étude de la physiologie osseuse) ont été soumises à la Commission européenne (CE). Fin septembre, la proposition IMPRESS a reçu une réponse formelle positive de la CE.

Sur les 43 projets de Promotion des applications de la recherche en microgravité (MAP) engagés lors de la première phase, 14 doivent soumettre une proposition de poursuite et quatre autres doivent présenter de nouveau une proposition de poursuite. Vingt projets ont été recommandés à l'ESA pour un soutien complémentaire. Les projets MAP ont fait intervenir 93 laboratoires de toute l'Europe.

Lors des 34e et 35e Campagnes de vols paraboliques, qui ont eu lieu en avril et en octobre, 24 expériences ont été parfaitement réussies.

Un contrat d'approvisionnement a été conclu avec Rosaviakosmos le 21 octobre pour deux vols automatiques de la capsule Foton ; il couvrira les missions Foton-M2 et -M3 qui auront à leur bord 660 kg de charge utile scientifique fournie par l'ESA. Les deux lancements, prévus pour mai 2005 et l'automne 2006, seront une nouvelle chance d'emport de la majeure partie du programme expérimental complet assigné à l'origine à Foton-M1 mais perdu lors de l'échec de ce vol en octobre 2002. Ils reprendront également une partie non négligeable des objectifs scientifiques de l'ESA assignés à la mission Columbia dont on connaît le sort tragique.

La fusée-sonde Maxus-5 a été lancée avec succès le 1er avril depuis l'Espace, près de Kiruna, dans le nord de la Suède. Cette fusée-sonde de



Biolab pendant les essais électromagnétiques

11,5 tonnes emportait une charge utile de 488 kg composée de cinq expériences scientifiques conçues pour l'étude de phénomènes que l'on rencontre en biologie, en physique des fluides, en science des matériaux et en physique fondamentale. Entre le moment de l'extinction des propulseurs et la rentrée dans l'atmosphère, 740 secondes plus tard, la charge utile a été exposée à d'excellentes conditions de microgravité.

Les travaux de développement et de qualification des trois principales installations multi-utilisateurs de Columbus, à savoir Biolab, le Module de physiologie européen et le Laboratoire de science des fluides, ont été achevés à la fin de l'année ; leur montage sur Columbus pour des essais intégrés est prévu en avril 2004. Après quoi, ces installations seront réexpédiées aux sites de développement des charges utiles pour d'ultimes traitements et leur stockage jusqu'à leur intégration finale sur Columbus en vue du lancement. Cette période servira à améliorer la robustesse technique des installations de vol et à satisfaire les dernières exigences des utilisateurs scientifiques par le biais de modifications et de mises à hauteur des installations, comme le système d'isolation contre les vibrations en microgravité et l'interférométrie holographique pour le Laboratoire de science des fluides.

Les travaux de développement du Laboratoire de science des matériaux se poursuivent ; la livraison du modèle de vol pour intégration dans le Bâti de recherche en science des matériaux de la NASA est prévue pour la mi-2004.

L'Installation de recherche sur l'Homme de la NASA (HRF-2), y compris la contribution de l'ESA, à savoir le Système d'étude de la fonction pulmonaire (PFS), a été intégrée au Module logistique polyvalent, prêt pour un lancement en mars 2003. Il a cependant dû être déposé par la suite, du fait du retard de lancement de la Navette.

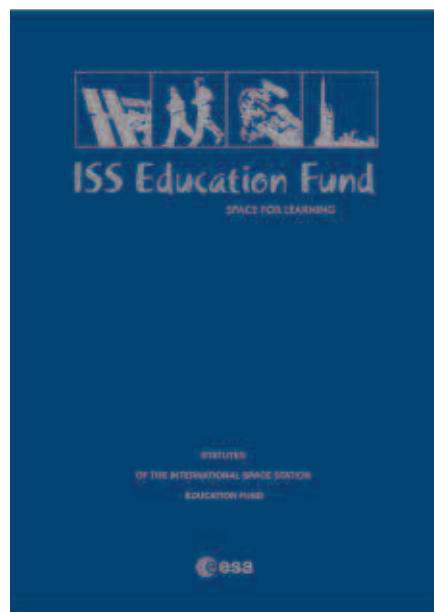
Les essais du Modèle d'identification de l'installation de diagnostic pour la cristallisation

des protéines (PCDF) sont en cours et les travaux d'assemblage du modèle de vol ont commencé. La PCDF sera montée dans le Bâti à tiroirs européen qui, à son tour, sera intégré à Columbus avant le lancement.

Les activités pédagogiques autour de l'ISS

En mars, un atelier a rassemblé à l'ESTEC (Noordwijk, NL) des enseignants d'écoles primaires dans le cadre de la préparation du kit éducatif ISS destiné à l'enseignement primaire. En mai, un atelier a été organisé à l'attention d'un groupe d'enseignants du secondaire, qui a livré des informations utiles pour la préparation du contenu éducatif de la documentation destinée à l'enseignement secondaire. La version définitive du kit éducatif ISS se présente comme un outil de soutien aux enseignants, conçu pour les aider à capter l'imagination des adolescents de 12 à 15 ans. Il couvre de nombreux sujets, principalement dans le domaine des sciences, et comprend différents modules qui peuvent être utilisés en salle de classe, à l'occasion d'exercices collectifs ou pour du travail à la maison.

Le premier site web de l'ESA destiné aux écoles primaires, Habla ISS (en espagnol), a été lancé le 16 avril et un grand nombre d'écoles espagnoles (13 000) ont été invitées à participer aux activités éducatives liées à la mission Cervantes embarquée sur un lanceur Soyouz à destination



Le Fonds d'éducation pour l'ISS

de l'ISS en octobre. Un programme éducatif exécuté pendant cette mission comprenait deux expériences en biologie préparées par des étudiants, deux démonstrations de principes physiques, la VIDEO-2 pour l'enregistrement vidéo de démonstrations simples des Lois de Newton et deux contacts par radio-amateur ARISS entre l'astronaute espagnol de l'ESA Pedro Duque et des enfants d'écoles primaires qui avaient remporté le concours « Habla ISS » et qui ont eu la possibilité de lui poser des questions.

Le Fonds d'éducation pour l'ISS a tenu sa première réunion à l'EAC (D) le 28 août ; à cette occasion, le prix SUCCESS a été remis à trois étudiants qui avaient proposé des expériences pour l'ISS.

Le Fonds d'éducation pour l'ISS était représenté à la 3e conférence « Physics on stage » organisé par l'ESTEC (NL) en novembre, qui a attiré quelque 450 des professeurs de physique.

Activités commerciales

Le 19 juin a été lancé officiellement, à l'occasion du Salon du Bourget, le « Club des entrepreneurs européens de l'ISS », dont l'objectif est de contribuer à la promotion des occasions de commercialisation de l'ISS au sein de la communauté des entreprises européennes. Ses membres comprennent des contractants, des sous-traitants et des fournisseurs travaillant dans le domaine du développement, de l'exploitation et de l'utilisation de l'ISS, formant ainsi un réseau industriel unique décidé à faire la promotion de la Station spatiale internationale.

En février, un atelier a été organisé à l'ESTEC (NL) à l'attention des candidats potentiels en vue de la préparation de la sélection d'un ou plusieurs agents commerciaux. Cet atelier a rassemblé des membres de l'Accord de coopération, des USOC et du Réseau de transfert de technologie ainsi que de nouvelles entreprises qui jouent le rôle de courtiers en recherche et développement en Europe.

La définition du label ISS a été menée à bon terme et le plan de communication a été établi.

Les contacts se poursuivent avec de grandes entreprises européennes pour la maîtrise



La peinture gagnante du concours « Habla ISS » par des enfants de 8 ans de El Puerto de Santa Maria Cadiz

d'œuvre et le parrainage de la mission ; des contacts ont été pris avec des entreprises des Pays-Bas pour le parrainage de la mission néerlandaise Soyouz.

Le premier prototype de module de formation destiné à des astronautes non professionnels a été défini en ce qui concerne son contenu, son calendrier et son prix.

Le projet Mediet, qui consiste à soumettre à essais des produits alimentaires conservés selon une nouvelle technologie embarquée à bord de l'ISS, a été approuvé et sera conduit en collaboration avec la Russie.

Préparations pour l'avenir

Dans la perspective des futurs programmes de vols spatiaux habités, les activités se rapportant au Programme d'études, de technologies et de préparation de l'évolution (STEP), les éléments vols spatiaux habités du Programme d'études générales et la phase technologique intérimaire du Programme général de technologie de soutien (GSTP), ont été harmonisés et des technologies clés spécifiques ont été regroupées sous trois grands thèmes : robotique, habitat et enfin, transport spatial et rentrée.

Un nouveau dispositif de retenue pour l'équipage a été développé en quelques semaines et livré sur l'ISS où Pedro Duque a fait la démonstration de son utilité lors de la mission Cervantes.

Enfin, des études ont été engagées qui portent sur de nouvelles charges utiles externes de l'ISS comme EUSO et LOBSTER. Les activités concernant ROSITA sont arrêtées pour le moment.