

# Vols habités, Microgravité et Exploration



À la fin de l'année, la Station spatiale internationale (ISS) était en bon état de fonctionnement, avec à son bord un équipage permanent de deux personnes ; aucun problème significatif n'était à déplorer concernant le matériel et les consommables. Les éléments livrés par l'Europe, à savoir le système de gestion des données pour la Russie (DMS-R) et la boîte à gants pour la recherche en microgravité, fonctionnaient aussi normalement. La préparation du véhicule de transfert automatique européen (ATV-1), du troisième élément de jonction et du segment sol progresse selon le calendrier tandis que les activités de développement d'autres éléments, tels que Columbus, la Coupole et le bras télémanipulateur européen (ERA), ont été menées à bien.

Six vols vers l'ISS ont eu lieu cette année, dont quatre vols logistiques effectués par les véhicules automatiques russes Progress et deux vols Soyouz de rotation d'équipage. La première capsule Soyouz a également accueilli la mission néerlandaise « DELTA » avec l'astronaute André Kuipers qui a réalisé diverses expériences dans les domaines des sciences de la vie, des sciences physiques, de l'observation de la Terre, de la recherche technologique et de l'éducation.

La navette spatiale américaine étant indispensable pour poursuivre l'assemblage de l'ISS, l'interruption des vols suite à l'accident de Columbia, le 1er février 2003, a de nouveau grandement affecté les activités européennes prévues au titre du programme ISS en 2004. La NASA prévoit actuellement de reprendre les vols de navette en mai/juin 2005.

L'année 2004 a par ailleurs été marquée par l'annonce des nouvelles priorités des États-Unis en matière d'exploration spatiale par le Président américain George W. Bush en janvier. Le programme ISS est concerné à plusieurs titres :

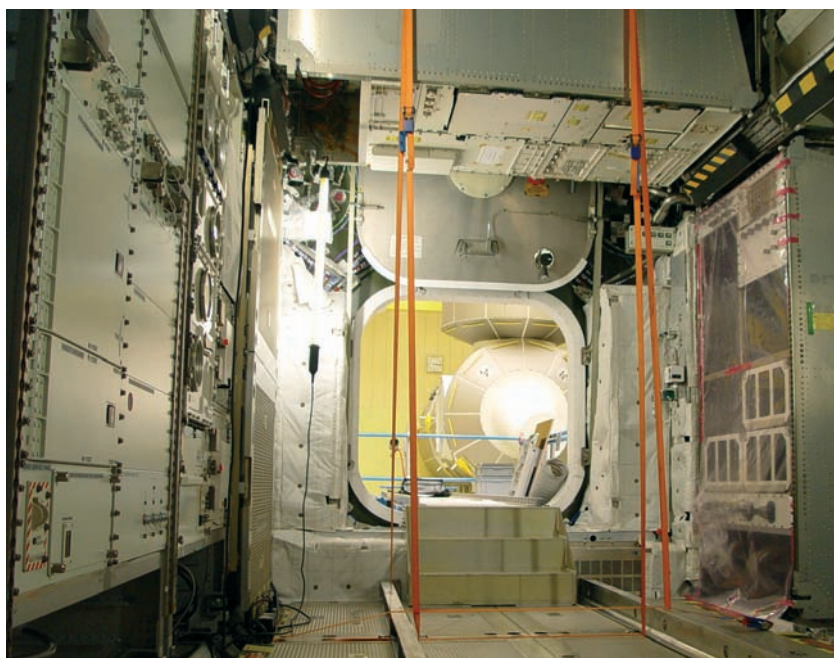
- confirmation que l'objectif premier est d'achever l'assemblage de l'ISS d'ici 2010 et que les États-Unis tiendront leurs engagements envers leurs partenaires internationaux ;



- intention de stopper définitivement les vols de navette une fois l'assemblage de la station terminé ;
- fourniture de services de fret commerciaux ;
- abandon du projet d'avion spatial orbital pour le transport de l'équipage de l'ISS, remplacé par un nouveau véhicule d'exploration habité (CEV), qui devrait être opérationnel en 2014.

Présentant sa nouvelle politique d'exploration, la NASA a réaffirmé que les États-Unis s'engageaient pleinement à respecter les impératifs d'utilisation de la station par les partenaires internationaux et à assumer leurs obligations concernant le sauvetage de l'équipage de l'ISS, à porter le nombre des membres de l'équipage à plus de trois dès que techniquement possible, à poursuivre l'assemblage de la station et à en assurer ensuite l'exploitation et, enfin, à mettre en œuvre les projets de recherche déjà approuvés. Devant la décision de la NASA d'abandonner l'avion spatial orbital, les partenaires internationaux sont convenus d'utiliser une deuxième capsule russe dès que techniquement possible afin de renforcer l'équipage permanent (six membres à compter de janvier 2009). Les Chefs d'Agence ont définitivement validé, en janvier 2005, la configuration technique de l'ISS telle qu'elle avait été approuvée et la séquence d'assemblage prévoyant le lancement du laboratoire européen Columbus juste après celui du deuxième élément de jonction.

Le retard pris sur le programme d'assemblage en raison de l'indisponibilité des navettes américaines a nécessité de re-planifier les activités de développement européennes afin de tenir compte du report des lancements. Il a également fallu revoir le planning d'utilisation sur la période 2004-2006 et y ajouter un ensemble d'activités d'utilisation intérimaires pour garantir aux utilisateurs une continuité opérationnelle jusqu'à l'exploitation de Columbus. Des activités de développement complémentaires ont également été définies pour la charge utile de Columbus ; leur mise en œuvre contractuelle est en cours. Les bâtis de charge utile ont été renvoyés aux



Biolab, module de physiologie européen, laboratoire de science des fluides et bâti européen à tiroirs intégrés dans Columbus

développeurs, qui doivent en parachever l'aptitude au vol d'ici à l'automne 2005, notamment en améliorant sa robustesse technique et par des mises à niveau et modifications répondant aux impératifs actuels des utilisateurs scientifiques. Les équipes industrielles seront maintenues jusqu'au lancement de Columbus et, dans l'intervalle, des études seront réalisées afin de préparer la période qui suivra le retrait de la navette spatiale.

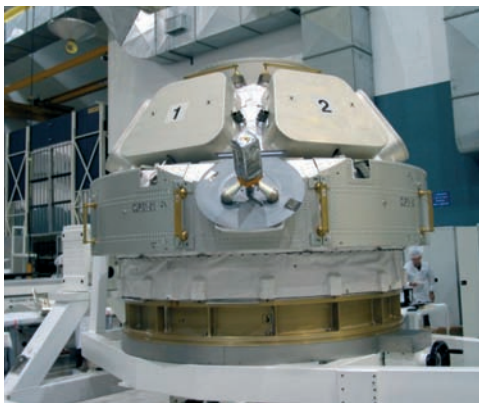
L'équipage de l'Expédition 9 n'a rencontré aucune difficulté lors des deux sorties dans l'espace destinées à installer sur le module russe « Zvezda » les équipements nécessaires à l'arrivée du premier ATV (« Jules Verne ») l'année prochaine.

Les préparatifs de la mission Soyouz italienne ENEIDE, qui sera lancée le 15 avril 2005 avec l'astronaute de l'ESA Roberto Vittori, ont bien avancé. Un autre astronaute de l'ESA effectuera une mission de longue durée à bord de l'ISS plus tard dans l'année.

### **Développement de l'infrastructure spatiale**

Les essais réalisés sur Columbus ont montré que le niveau de bruit audible était bien inférieur au seuil spécifié, ce qui en fait le module le moins bruyant de l'ISS. L'essai du système intégré (module Columbus après intégration des bâtis de charge utile active : Biolab, module de physiologie européen, laboratoire de science des fluides et bâti

Préparation du modèle de vol du premier véhicule de transfert automatique (ATV-1) aux essais d'ambiance dans les installations de l'ESTEC



Modèle de vol de la Coupole livré au KSC de la NASA

européen à tiroirs) s'est déroulé de façon satisfaisante dans le courant de l'année, de même que les essais de validation système 1 (centre de contrôle et modèle d'identification de Columbus) et 2 (modèle de vol de Columbus, bâti de charge utile, centre de contrôle, centres de soutien et d'exploitation pour les utilisateurs). L'essai du premier bâti de charge utile NASA installé à bord de Columbus, l'Installation de recherche sur l'Homme (HRF), s'est achevé en octobre et la deuxième revue de qualification de Columbus a été menée à bon terme en novembre.

La revue de qualification de la structure de l'ATV-1 et les essais de validation système effectués sur les segments sol et spatial de l'ATV au moyen du système de satellites de relais de données ont donné satisfaction. À la mi-juillet, le modèle de vol a été livré à l'ESTEC, à Noordwijk (NL), afin de réaliser des essais d'ambiance approfondis avant son expédition à Kourou, en Guyane française, pour lancement. Aucun problème n'a été constaté lors de la première partie des essais d'ambiance du

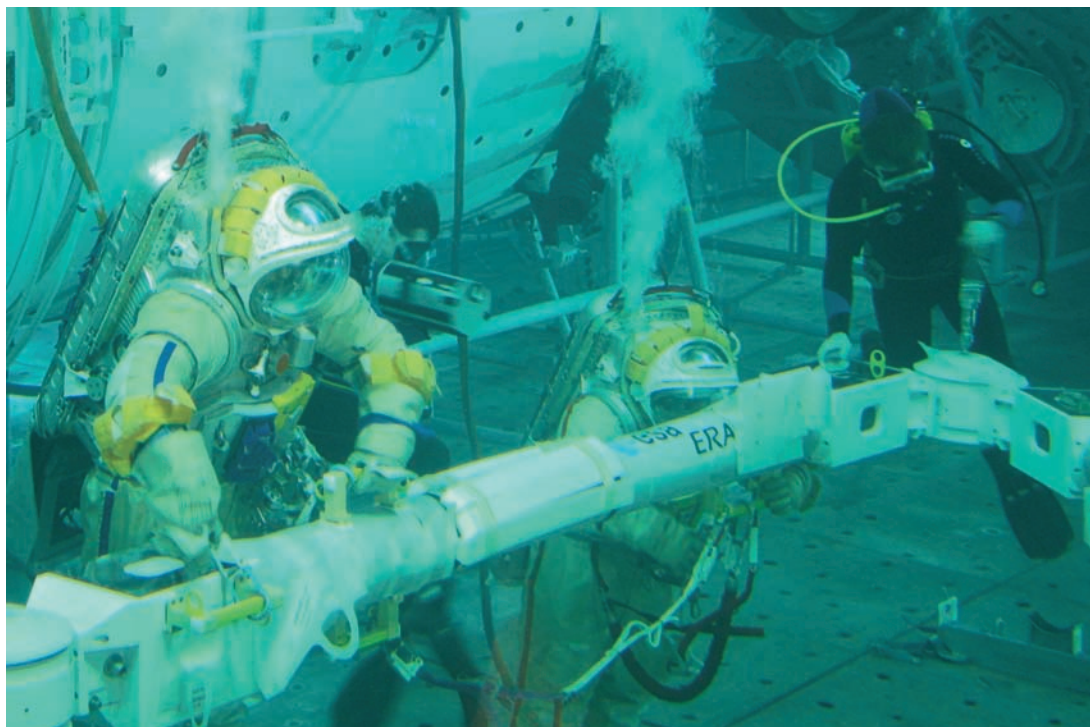
modèle de vol ; les essais fonctionnels se poursuivent. Le développement du logiciel de vol, particulièrement complexe, et l'adaptation d'Ariane-5 à l'ATV sont en cours.

La gestion du programme des éléments de jonction, confiée jusqu'alors à l'ASI (I), a été transférée à l'ESA d'un commun accord. L'Agence a établi avec la NASA et l'industrie une nouvelle base de référence technique, un calendrier actualisé (prévoyant la livraison fin 2006) et une stratégie de gestion commune ESA/NASA concernant les activités restant à réaliser pour les deuxième et troisième éléments de jonction. Parallèlement, la structure externe du troisième élément de jonction, achevée cette année, a passé l'inspection non destructive après essai, tandis que le deuxième élément de jonction intégré a été soumis avec succès à l'essai d'étanchéité dans la chambre à vide du Kennedy Space Center (KSC) de la NASA.

Le développement de la Coupole s'est terminé en septembre, à la suite de quoi le modèle de vol a été expédié au KSC ; son inspection après livraison a donné satisfaction.

Le nouveau scénario de mission défini pour le bras télémanipulateur européen (ERA) prévoit





Essai subaquatique du modèle d'essai en apesanteur de l'ERA, exécuté avec la participation de l'astronaute néerlandais de l'ESA, André Kuipers, au centre Gagarine d'entraînement des cosmonautes, près de Moscou

son lancement à bord d'une fusée Proton fin 2007 avec le module laboratoire polyvalent russe, qui constituera sa plate-forme d'accueil. Les activités de développement de l'ERA sont terminées et la propriété en a été transférée à l'ESA en novembre. Le nouveau plan de mission nécessitera cependant quelques adaptations du concept, leur qualification et une révision du planning des opérations et des scénarios d'entraînement.

### Opérations et segments sol associés

La mission DELTA, aux résultats des plus satisfaisants, a été lancée le 19 avril depuis le cosmodrome de Baïkonour, au Kazakhstan, avec l'astronaute de l'ESA André Kuipers en qualité d'ingénieur de bord. Elle s'est achevée par l'atterrissage de la capsule à proximité de la ville d'Arkalyk, au Kazakhstan également, le 30 avril. Cette mission de onze jours, dont neuf à bord de l'ISS, a atteint ses principaux objectifs : exécution d'un programme d'expériences chargé, relève de l'équipage de l'Expédition 8 et remplacement du vaisseau Soyouz, resté amarré à l'ISS pendant six mois en tant que chaloupe de sauvetage.

Au cours de la mission, André Kuipers a exécuté l'un des programmes scientifiques les plus complets jamais entrepris par un astronaute européen à bord de l'ISS, avec 21 expériences dans les domaines de la physiologie humaine, de la biologie, de la microbiologie, des sciences physiques, de l'observation de la Terre, de l'éducation et de la recherche technologique.

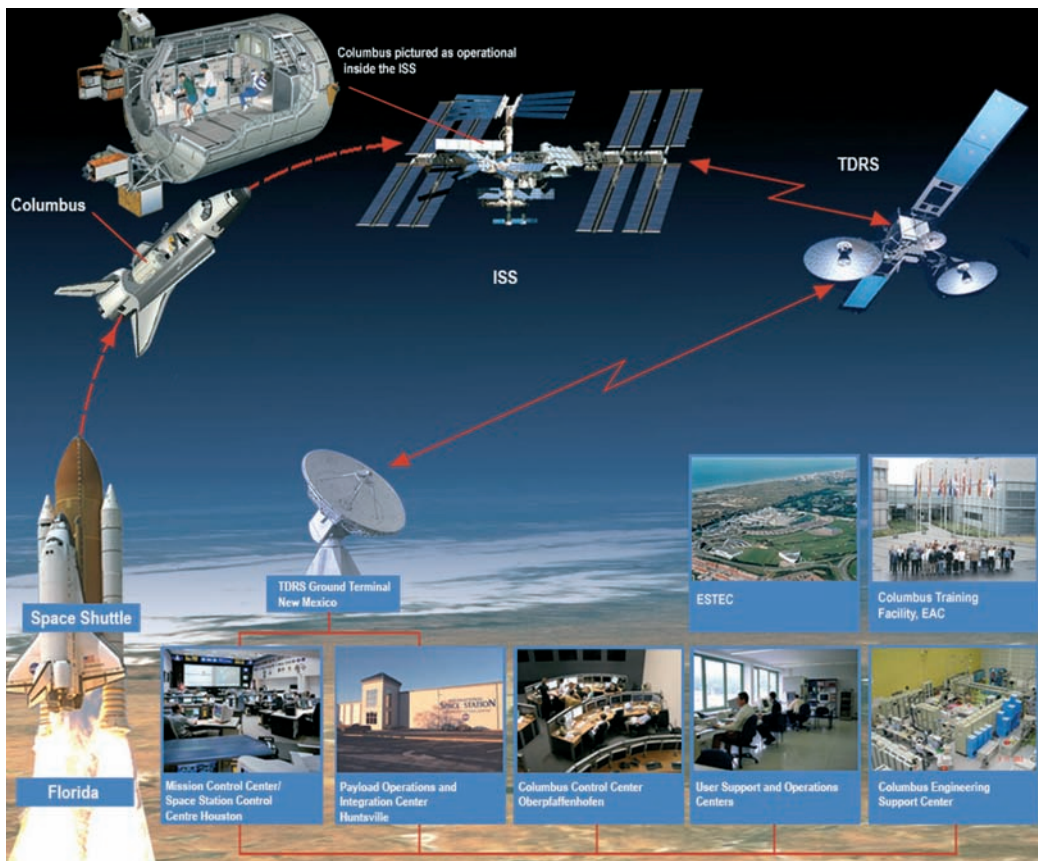


Essai de validation système au centre de contrôle du véhicule de transfert automatique à Toulouse (F)

Pendant son séjour à bord de l'ISS, l'astronaute a également établi de nombreux contacts avec les médias néerlandais et internationaux.

La coordination en temps réel des activités de la mission Soyouz néerlandaise était confiée au centre des opérations des charges utiles DELTA situé à l'ESTEC, à Noordwijk (NL). Il a assuré l'interface entre André Kuipers, le Centre de soutien des chercheurs néerlandais (DISR) et les centres de contrôle de Moscou, Houston et Huntsville. Le Centre des astronautes européens (EAC), près de Cologne (D), était responsable du suivi médical de l'astronaute de l'ESA et de la sécurité de l'équipage.

Le mannequin « Matroshka », conçu pour mesurer les radiations absorbées par le haut du corps des astronautes et monté sur le module de service russe lors d'une sortie dans l'espace fin février, fonctionne comme prévu et les opérations scientifiques orbitales se déroulent normalement.



Expérimentateurs à l'œuvre lors de la 37ème campagne de vols paraboliques en juin

#### Scénario de mission de Columbus

Les essais de validation système, notamment les essais d'endurance réalisés avec le système de satellites de poursuite et de relais de données de la NASA et le centre de contrôle du véhicule de transfert automatique (ATV-CC) à Toulouse (F), ont donné de bons résultats. L'infrastructure de l'ATV-CC est en voie d'achèvement et les produits opérationnels sont en préparation. L'ATV a passé avec succès en septembre la revue d'aptitude aux opérations de vol. Les premiers essais des interfaces entre l'ATV-CC et le centre de contrôle des missions de Houston d'une part et le simulateur du module de service russe d'autre part se sont déroulés correctement.

Le centre de contrôle de Columbus (COL-CC), inauguré le 19 octobre, est désormais en mesure d'assurer les activités de préparation de la mission. La préparation du COL-CC en vue du soutien des activités d'utilisation intérimaires, du vol de l'ATV « Jules Verne » et de la mission Soyouz italienne a bien progressé pendant l'année. Le COL-CC assurera la conduite et le contrôle des expériences scientifiques européennes lors de la mission ENEIDE.

La préparation des centres de soutien et d'exploitation pour les utilisateurs (USOC) est bien engagée : tous disposent maintenant des équipements audio et vidéo, de communication, de traitement des données et d'archivage fournis par l'ESA.

Le contrat d'exploitation initial, d'un montant total d'environ un milliard d'euros, a été signé le 13 juillet. Il couvre la production de six ATV, la logistique, le soutien technique, l'entraînement des équipages et les activités de préparation des opérations.

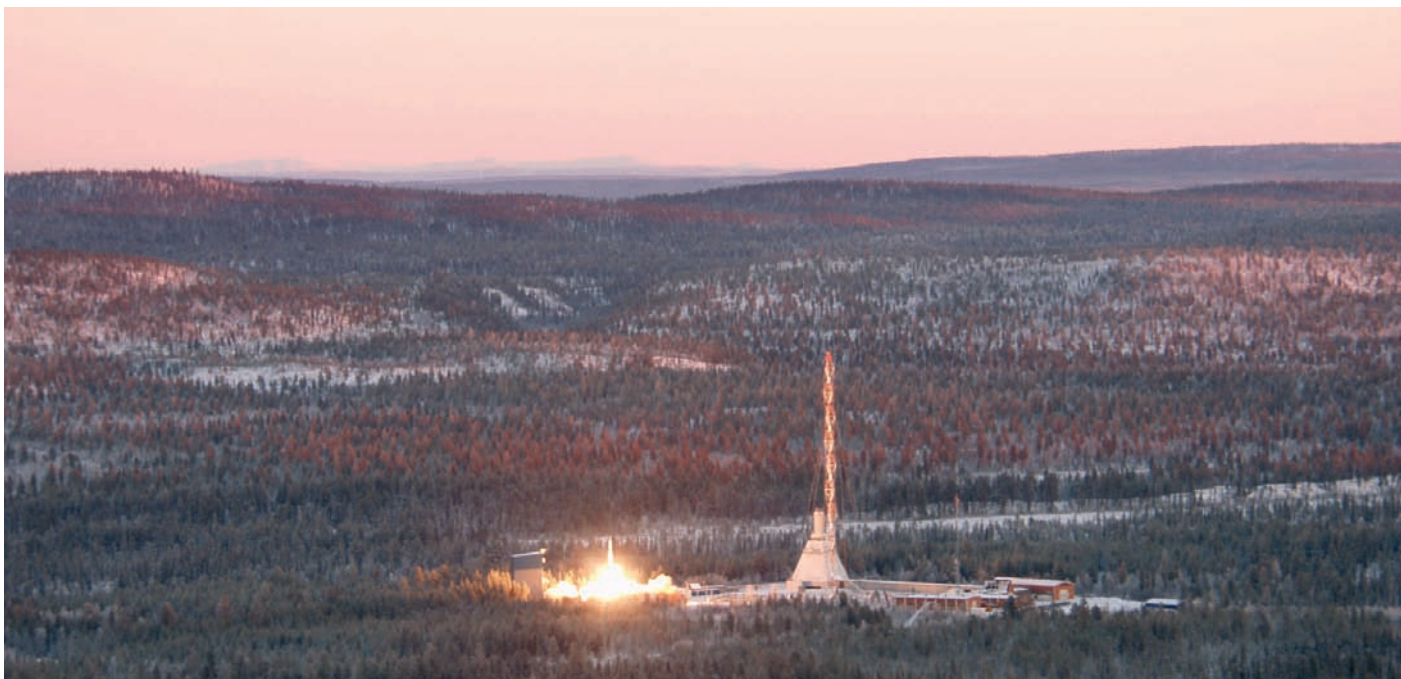
#### Planning de l'utilisation, développement des charges utiles et missions préparatoires

De nouveaux essais de chute libre ont été réalisés au titre des activités d'utilisation intérimaires. La tour d'impesanteur du ZARM, en Allemagne, a inauguré en décembre un nouveau système de catapulte qui permet des trajectoires verticales ascendantes et descendantes, doublant presque la durée de chute libre.

36 expériences ont été conduites au total lors des 36ème, 37ème et 38ème campagnes de vols paraboliques de l'ESA, organisées respectivement en mars, juin et octobre. 30 expériences supplémentaires ont été exécutées au cours de la 7ème campagne de vols paraboliques pour étudiants, en juillet.

Le développement des 400 kg de charge utile (15 installations et 38 expériences dans les domaines de la physique, de la biologie, de la technologie et de l'éducation) destinés au vol automatique Foton-M2 du 30 mai 2005 est terminé. La charge utile scientifique, d'une masse de 315 kg (14 installations et 35





Lancement de la fusée-sonde Maxu-6 depuis l'Esrange (S) le 22 novembre

expériences), conçue par l'ESA pour Foton-M3 et dont le lancement est prévu fin 2006, a été approuvée début novembre ; les activités de développement ont déjà débuté.

La fusée-sonde Maxus-6 a été lancée depuis l'Esrange, en Suède, le 22 novembre. La fusée, qui emportait huit expériences de biologie, de physique des fluides et de sciences des matériaux, a atteint une altitude de 706 km avant de retomber sur Terre comme prévu, procurant 12,5 minutes de microgravité à sa charge utile scientifique.

Le Système d'étude de la fonction pulmonaire et le Stimulateur musculaire électrique percutané, prêts pour le lancement de la mission LF-1 en 2005, ont été livrés à la NASA en vue de leur intégration dans l'Installation de recherche sur l'Homme HRF-2.

Au terme de la revue d'aptitude au vol, le modèle de vol du système modulaire européen de culture en microgravité (EMCS) a été expédié au KSC pour y terminer les essais, jusqu'en mars 2005, préalablement à son lancement dans un bâti EXPRESS lors de la mission ULF-1.1 à destination de l'ISS.

Le développement de la boîte à gants portable (conçue pour la manipulation d'expériences biologiques en orbite) se poursuit en vue de son lancement à bord de l'ATV-1 ; les modèles d'entraînement et de vol ont été livrés dans les délais.

Les essais des unités de vol 1 et 2 du congélateur de laboratoire à -80°C ont été menés à bon terme au KSC. La première unité sera lancée lors de la mission ULF-1.1.

La première revue de recette définitive du module de transport européen (ETC) s'est terminée en décembre.

Tous les bâtis de charge utile de Columbus (Biolab, EPM, FSL, EDR) ont subi avec succès les essais de vérification de l'interface Columbus et ont été retournés aux développeurs pour qu'ils achèvent les vérifications, effectuent des mises à niveau à but scientifique et poursuivent les tests de robustesse. Le Biolab, l'EPM et le FSL ont également passé la revue d'aptitude au vol.

La recette préliminaire du modèle d'identification de l'installation de diagnostic pour la cristallisation de protéines a eu lieu en décembre et la revue de recette du modèle de vol a commencé en novembre.

Les modèles d'identification du laboratoire de science des matériaux (MSL) et du four à faible gradient ont fait l'objet de contrôles après expédition au Marshall Spaceflight Center (NASA).

Trois premières expériences ont été intégrées sur le modèle de vol de l'EuTEF (charge utile



Tests d'interface des trois premières expériences à intégrer sur le modèle de vol de l'EuTEF

externe pouvant accueillir jusqu'à neuf expériences technologiques) et les tests d'interface avec Columbus ont été effectués avec succès en novembre.

La recette des trois instruments du modèle de vol de l'observatoire de surveillance solaire (SOLAR) est en cours et les essais d'interface entre le modèle d'identification de SOLAR et Columbus se sont achevés en décembre.

La revue de définition préliminaire de la charge utile (ACES) a été menée à bien pour l'horloge atomique spatiale et le développement de la charge utile s'est poursuivi. L'état d'avancement du maser spatial à hydrogène (SHM) est en cours d'évaluation et, pour le développement du second instrument, PHARAO (horloge atomique à refroidissement laser), il a été conclu un accord devant aboutir à un modèle d'identification en décembre 2006.

Le système d'exercice et de recherche en atrophie musculaire (MARES) a passé la revue critique de conception et il a été vérifié que son interface avec le stimulateur musculaire électrique percutané fonctionnait parfaitement.

La première campagne d'étude des effets d'un allègement de longue durée sur des sujets féminins, en coopération avec la NASA et le CNES, doit débuter le 22 février 2005. Elle durera 60 jours.

32 projets de promotion des applications de la recherche en microgravité (MAP) font l'objet d'une phase 2.

L'avis international d'offre de participation à des recherches en science de la vie (ILSRA2004) a donné lieu à quelque 70 propositions, dont 15 ont été sélectionnées en vue d'études de définition. L'AO 2004 émis par l'ESA a suscité environ 150 propositions, dont 120 feront l'objet d'études de définition.

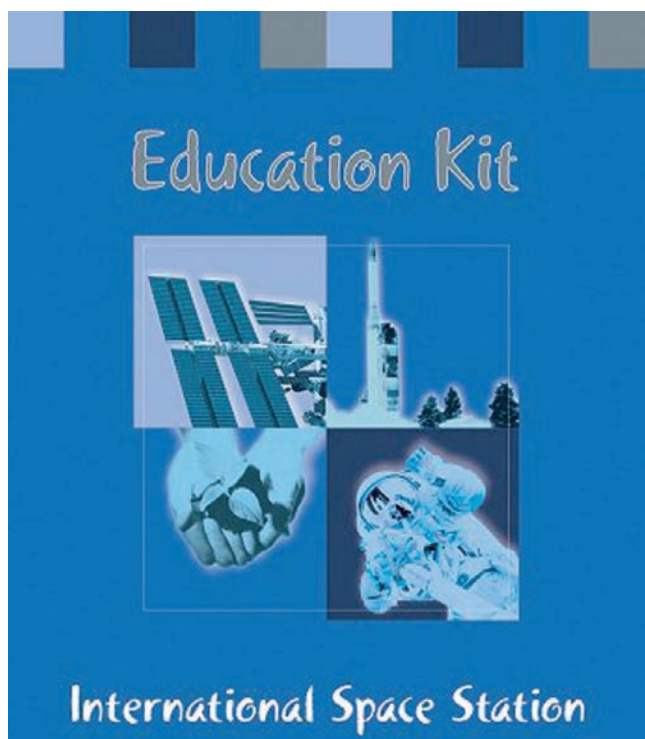
2004 a aussi été l'année du lancement de projets d'utilisation importants auxquels participe la Commission européenne (CE). L'ESA, l'OMS, l'Union internationale des télécommunications et la Direction du programme des technologies de la société de l'information de la CE ont signé un contrat relatif au projet de télémédecine TM Alliance, officiellement lancé le 1er août. La deuxième phase du projet, la phase-relais TM Alliance, également approuvée par la CE, s'achemine en douceur vers la phase suivante. Le projet intégré IMPRESS, qui se monte à 41 M, a officiellement débuté le 1er novembre ; il est consacré à l'analyse de l'élaboration, de la structure et des propriétés de nouveaux alliages intermétalliques à hautes performances pour des applications industrielles.

### Activités pédagogiques autour de l'ISS

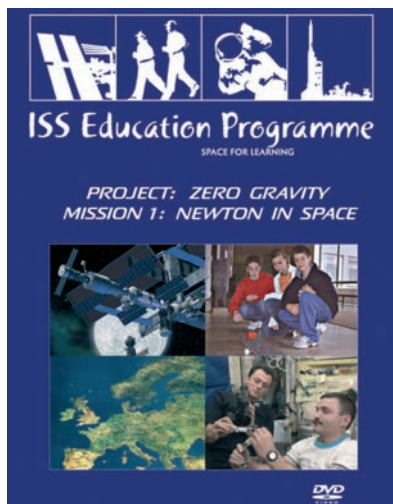
La mission Soyuz néerlandaise comprenait un programme éducatif, avec des expériences et des activités s'adressant aux écoles publiques. Les écoliers néerlandais et belges lauréats du concours « Zet Het ISS » (réservé au primaire) ont gagné le droit de poser des questions à André Kuipers lors de deux liaisons directes de radio-amateurs avec l'ISS (ARISS). L'astronaute a conduit deux expériences biologiques proposées par des universités, ainsi que l'expérience « Seeds in Space », à laquelle 70 000 élèves néerlandais ont participé. Une démonstration pédagogique de physiologie humaine, consistant à filmer quatre expériences physiologiques de base à bord de l'ISS, est actuellement utilisée, avec des images prises au sol, dans des écoles danoises, françaises, néerlandaises et belges, pour élaborer un DVD sur le corps humain dans l'espace, qui sortira en 2005.

Élèves néerlandais et belges lauréats du concours « Zeg Het ISS » invités à poser leurs questions à André Kuipers au cours d'une liaison radio-amateur directe avec l'ISS





Kit pédagogique ISS pour l'enseignement secondaire, désormais disponible en 11 langues



Le DVD éducatif « Newton in Space », sorti le 10 septembre

En septembre, le projet de la CE « Life in Space 2004 », organisé dans le cadre du programme ERASMUS/SOCRATES, s'est conclu par un atelier de deux semaines à Banyuls sur Mer (F). Les 35 étudiants en sciences de la vie qui y ont pris part, venus de cinq universités européennes, ont pu s'y familiariser avec les recherches que conduit actuellement l'Europe en biologie spatiale.

Huit nouveaux membres adhérents ont rejoint en 2004 le Fonds d'éducation pour l'ISS, qui continue de soutenir le développement de nouveaux supports pédagogiques. Les outils éducatifs existants, tels que le DVD « Newton

in Space » et le kit pédagogique ISS destiné au secondaire, désormais disponible en 11 langues, rencontrent un grand succès.

Le contenu didactique du nouveau kit pédagogique ISS conçu pour les écoles primaires a été évalué par un groupe d'enseignants originaires de cinq États membres de l'ESA lors d'un atelier organisé à Glasgow (GB). Le site Web « Space Team » a été validé par les enseignants à l'occasion d'un autre atelier à l'ESTEC.

15 écoles primaires néerlandaises disposeront de trois ans à compter de 2005 pour élaborer un programme d'enseignement cherchant à intéresser les élèves de 10-12 ans aux sciences et aux technologies par le biais des vols spatiaux habités et remporter ainsi le titre de « DELTA Researcher School ». L'initiative, qui s'inscrit dans le plan d'action quinquennal des Pays-Bas pour l'espace, est un projet de coopération entre l'ESA, la NASA et le ministère néerlandais de l'Éducation, de la Culture et des Sciences, qui prolonge la collaboration engagée avec le programme pédagogique de la mission Soyuz DELTA.

La troisième édition du concours SUCCESS, qui invite les étudiants des universités à proposer des expériences qui seront exécutées sur l'ISS a été lancée le 1er décembre.

### Activités commerciales

Les médias ont montré un vif intérêt pour l'expérience MEDIET (Mediterranean Diet) conduite à bord de l'ISS pendant la mission Soyuz néerlandaise et sponsorisée par la chaîne de supermarchés COOP.

Le lancement, en mai, du Réseau européen pour la santé a pour objet l'exploitation commerciale, dans les secteurs de la santé et du bien-être, des compétences, des technologies, des installations de recherche et de l'image de l'ESA. Des produits, issus des technologies et du savoir-faire de l'Agence et développés avec le soutien du Réseau, seront commercialisés sous la nouvelle marque ESA Space Solutions.

Des contrats concernant un « entraînement spatial ESA » de type commercial et la



nomination d'un agent commercial chargé d'ouvrir au marché l'utilisation des installations et ressources européennes sur l'ISS ont été signés en septembre, tandis que le nombre de membres du Club des entrepreneurs européens de l'ISS continue d'augmenter.

### **Exploration**

Dans le cadre de la réorganisation interne de l'Agence, les activités d'exploration sont placées, depuis le 1er novembre, sous la responsabilité de la nouvelle Direction Vols habités, Microgravité et Exploration.

Conformément aux objectifs annoncés par le Directeur général de l'ESA et au regain d'intérêt mondial pour l'exploration, l'Agence a attribué à l'exploration spatiale un rôle moteur dans le Programme spatial européen, assurant la poursuite des activités réalisées depuis 2001 au titre du programme Aurora. Les États participants ont approuvé fin 2004 une augmentation significative de l'enveloppe financière d'Aurora, la priorité étant donnée à l'étude de phase B1 d'ExoMars et aux études des instruments et technologies qui s'y rapportent ainsi qu'à l'élaboration d'une stratégie européenne à long terme en matière d'exploration spatiale. La Suède s'est ralliée à ce programme facultatif, où la Commission européenne a le statut d'observateur conformément à l'Accord-cadre.

Suite à l'annonce de la nouvelle politique d'exploration spatiale américaine par le Président Bush en janvier, des membres de l'ESA ont rencontré à plusieurs reprises leur homologues de la NASA afin de préciser le contenu du programme américain, d'analyser son intérêt potentiel pour l'Europe et d'évaluer les scénarios de coopération envisageables.

Bien que Mars reste l'objectif à long terme des activités d'exploration humaine conduites par l'ESA, des projets d'exploration lunaire, qui représentent une étape intermédiaire majeure, sont actuellement intégrés à la feuille de route des activités d'exploration européennes. À cet effet, les études de missions réalisées par l'industrie au titre du programme Aurora en 2004 – phase A d'ExoMars, faisabilité du démonstrateur de véhicule de rentrée dans l'atmosphère terrestre et définition de la mission de retour d'échantillons martiens – seront approfondies en 2005.

Il a par ailleurs été procédé dans l'Installation de conception pluridisciplinaire de l'ESA à une étude relative à l'exploration de la Lune par l'homme portant sur l'architecture des missions et les éléments communs à différents projets d'exploration lunaire, tels que la démonstration des technologies conçues pour Mars et l'exploration de la Lune.