

Technique et Gestion de la qualité

Parmi les principales tâches réalisées au cours de cette année particulièrement chargée on peut signaler :

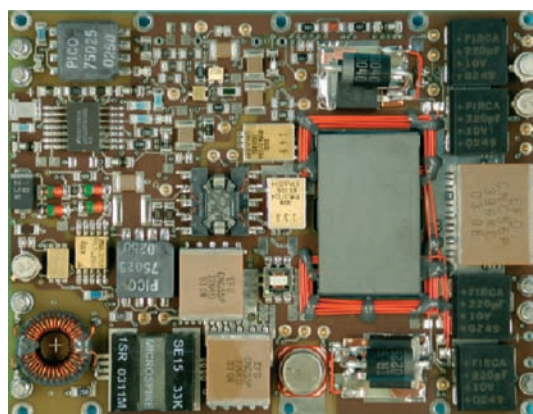
- Une revue des laboratoires, le plan d'investissements et l'actualisation du positionnement et de la stratégie des différents laboratoires et du centre d'essais de l'ESTEC, en interne comme vis-à-vis de l'industrie ;
- la définition d'une stratégie d'évolution de l'ingénierie concourante ;
- l'analyse et la redéfinition des programmes et des processus technologiques de l'Agence ;
- l'amélioration des comptes rendus internes des Directions sur les activités en cours et à venir ;
- des réalisations majeures dans de nombreuses activités technologiques au sein de diverses disciplines, dont certaines sont évoquées ci-dessous ;
- le lancement du projet Proba-2, satellite de démonstration technologique et d'expérimentation en science solaire ;
- le renouvellement des contrats-cadres de soutien passés avec des sous-traitants ;
- l'examen de la gestion des effectifs et du recrutement ;
- la réorganisation des équipes des Directions et la création d'un Département Soutien Ingénierie système.

Génie électrique

Systèmes d'alimentation en énergie

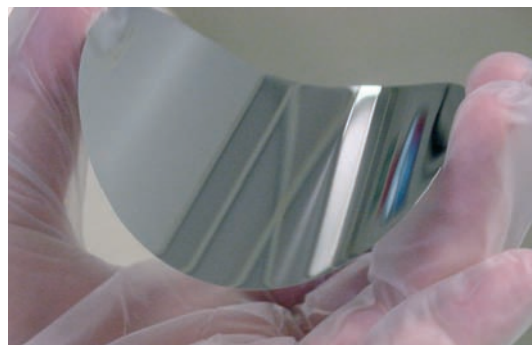
Les cellules photovoltaïques à haute efficacité développées en Europe ont franchi la barre significative des 28 % d'efficacité pour les photopiles à triple jonction de 150 microns d'épaisseur, ce qui correspond à l'état actuel de la technique. L'Europe a parallèlement commencé à développer des plaquettes de germanium pour épitaxie de 100 microns, servant de substrats pour les photopiles multijonction. Plus fines, elles permettront des économies de l'ordre de 30 %.

Le nombre de véhicules spatiaux utilisant des batteries lithium-ion européennes, à petits (AEA Technology) ou grands éléments (SAFT), continue à augmenter. Le satellite Proba-1 de l'ESA utilise ces batteries depuis trois ans et deux premières missions commerciales de télécommunication sur plateforme Eurostar ayant recours à cette technologie ont été lancées.



Vue de dessus du modèle technique de la carte de conversion à bas voltage
(Source: Austrian Aerospace)

Les nouvelles charges utiles numériques requièrent une tension inférieure (passant tout d'abord de 5 V à 3,3 V, puis à 1,8 V) pour accroître la rapidité des circuits logiques, tandis que le courant de charge moyen est en nette augmentation et que les exigences dynamiques sont de plus en plus élevées. Le véritable défi consistant à allier haute efficacité et faible voltage a été confié à Austrian Aerospace, chargé par l'ESA de développer en 2004 un concept optimal de convertisseur standard très bas voltage. Deux concepts prometteurs ont été sélectionnés pour un prototypage, la meilleure topologie ayant servi à réaliser un modèle technique de carte à circuits imprimés. Avec une efficacité de



Plaquette de germanium de 100 microns pour l'épitaxie
(Source : Umicore)

conversion supérieure à 87 % entre 18 et 30 W, le modèle dépasse les objectifs initiaux. L'intégration de la carte est en outre facilitée par son épaisseur et sa taille restreintes (inférieure à 100 cm²).

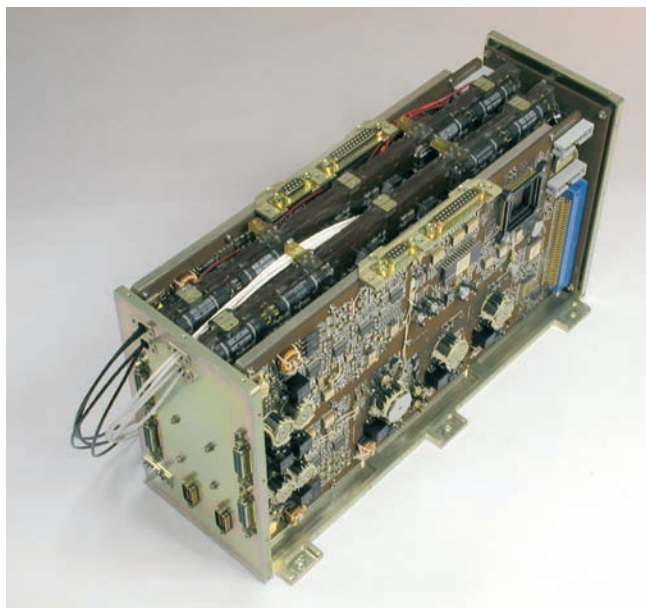
Galileo Avionica (I) a terminé cette année le développement et la qualification d'un conditionneur (PCU) insensible aux pannes pour une propulsion électrique par émission de champ (FEEP) de 0,1 à 150 micro-Newtons de poussée.

Systèmes de données

D'importantes avancées ont été réalisées dans la rationalisation des activités de conception et de mise en œuvre des systèmes de données embarqués en appliquant une approche descendante. Une attention particulière a été portée à la réduction du câblage par la normalisation des interfaces, à l'introduction de nouveaux développements dans les réseaux embarqués SpaceWire et à l'intégration de solutions d'interconnexion optiques et RF sans fil.

La fabrication du prototype du microprocesseur 32 bits LEON2FT a été lancée après une longue phase de développement ; il sera mis à l'essai sur Proba-2 en 2006. Ce microprocesseur (AT697 d'Atmel (F)), capable de traiter 100 millions d'instructions par seconde, reste compatible avec ses prédécesseurs ERC32 et ERC32SC (limités à 25 MIPS). La production des composants embarqués sera soutenue par l'initiative européenne pour les composants spatiaux.

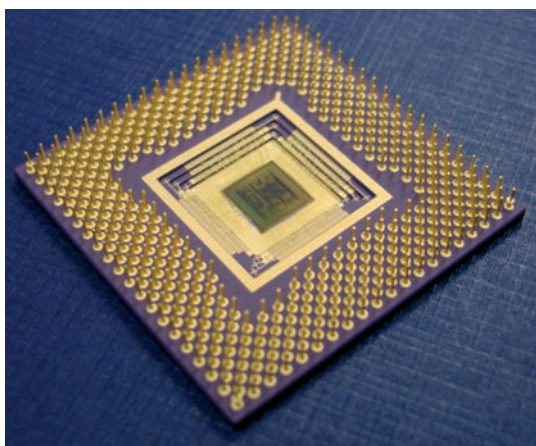
Trois nouvelles technologies de circuits intégrés pour les applications spatiales, promues et cofinancées par l'ESA, sont disponibles depuis cette année. Les premiers prototypes de circuits intégrés spécifiques (ASIC), développés au titre du programme ESA/Atmel de plaquettes multi-projets pour l'espace, ont été produits en utilisant la technologie 0,18 micron résistante aux rayonnements d'Atmel. Le premier ASIC de



télécommunications de grande taille, fabriqué en technologie DARE pour des circuits résistant aux effets du rayonnement, s'est quant à lui avéré parfaitement fonctionnel et présente une haute résistance aux rayonnements. L'année a enfin été marquée par l'arrivée sur le marché de la première matrice prédéfinie programmable par l'utilisateur (AT40KEL040 d'Atmel), également résistante aux rayonnements.

Systèmes de contrôle

Le développement et la validation de technologies de pointe en matière de systèmes de guidage, navigation et pilotage (GNP) pour le soutien des futures missions de l'ESA ont bien progressé, avec le maquetage d'une caméra autonome à guidage visuel pour atterrissages planétaires en douceur, la mise à l'essai du matériel incorporé d'un sous-système de commande d'orientation par générateur de couple gyroscopique destiné à la prochaine génération de satellites d'observation de la Terre (p. ex. Spectra), la validation en vol d'algorithmes de navigation embarqués autonomes pour les missions interplanétaires (SMART-1) et les essais d'ambiance du capteur



Premier ASIC de télécommunications de grande taille (750 k-gates / 438 pins à 105 MHz), développé avec la nouvelle technologie DARE d'Alcatel Space (F) et IMEC (B). L'ensemble ne mesure que 40 mm x 40 mm

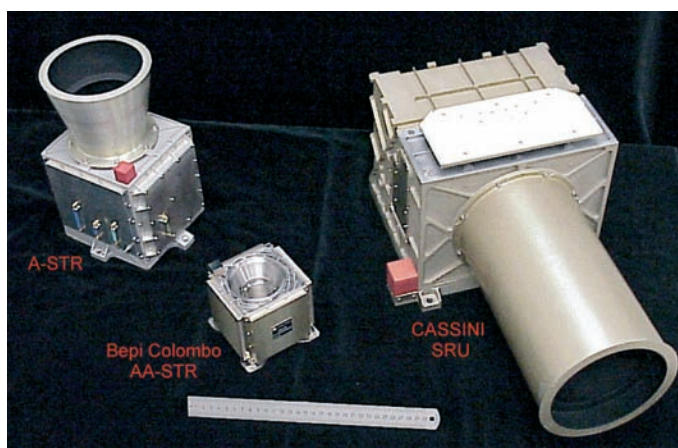
Conditionneur FEEP
(Source : Galileo Avionica)

inertiel de haute performance qui équipera LISA Pathfinder.

Le développement de technologies de détection AOCS destinées à soutenir diverses missions de sciences, d'observation de la Terre et de télécommunications a également progressé de manière satisfaisante. Le suiveur stellaire miniature de 1,5 kg, développé pour BepiColombo, sera soumis à des essais en vol à bord de Proba-2 en 2006. Des activités de pré-développement ont confirmé le caractère prometteur des capteurs à pixel actif (APS) pour les futures plateformes géostationnaires, les coûts étant réduits d'environ 30 % par rapport aux suiveurs stellaires à CCD. Les détecteurs solaires numériques qui seront testés à bord de GOCE et Proba-2 sont prêts et le nouveau magnétomètre européen (magnétorésistance anisotrope) qui équipera ADM-Aeolus en 2007 est en cours de fabrication.

Radionavigation

L'évaluation des performances du système de navigation européen Galileo a représenté une tâche majeure en 2004. Les installations GSTB-V1 et GSSF ont été déployées dans le Laboratoire de navigation européen à l'ESTEC, où des équipes conjointes de l'ESA et de l'industrie ont travaillé en étroite collaboration à l'étude des performances du système de bout en bout, à la validation des algorithmes de calcul d'intégrité et à l'évaluation des modèles de détermination d'orbite. Il était essentiel de mener ces tâches à bon terme avant la fin de l'année, en vue des négociations et des préparatifs relatifs à la phase C/D/E1 des



Suiveur stellaire à APS (au centre) pour la mission BepiColombo, entre un modèle précurseur de l'unité de référence stellaire de Cassini (à droite) et le suiveur stellaire autonome à CCD de Rosetta

Générateur de couple gyroscopique pour les satellites d'observation de la Terre à grande agilité



activités de validation en orbite de Galileo qui ont débuté fin décembre.

Le prédéveloppement des récepteurs Galileo a débuté afin de préparer l'industrie européenne aux difficultés techniques inhérentes à leur développement et à la rude concurrence attendue.

L'année a également permis la validation au niveau système, le déploiement de l'infrastructure au sol et la démonstration du Complément géostationnaire européen pour la navigation (EGNOS) en Chine et en Afrique du sud. En collaboration avec la Commission européenne, l'ESA contribue activement au développement d'applications routières, ferroviaires, maritimes et aéronautiques d'EGNOS et de Galileo.

Communications

L'ESA a procédé cette année à la recette d'un banc d'essai mobile complet capable de reproduire en laboratoire un système de satellites de troisième génération (3G) fondé sur la norme UMTS terrestre 3G. Les constellations de satellites multifaisceaux, les interférences liées au trafic et les canaux à évanouissement mobiles peuvent être simulés fidèlement en temps réel. Ce banc d'essai permet aussi de tester et de démontrer des services UMTS par satellite utilisant la charge utile en bande L d'Artemis. Ont également été développées des applications 3G spécifiques, telles que les services géo-dépendants et la multidiffusion fiable de contenus multimédias numériques, et d'autres applications interactives. Les

démonstrations de service public effectuées en 2004 ont été soutenues par le camion multimédia de l'ESA.

Poursuite, télémessure et télécommande (TT&C)

Le développement du répéteur TT&C de Galileo est en bonne voie. Cet élément clé du programme garantira la sécurité de la commande et du contrôle et assurera la synchronisation du satellite. Le répéteur, aux caractéristiques exceptionnelles, offre la possibilité d'un fonctionnement multimode et d'une reconfiguration en orbite.

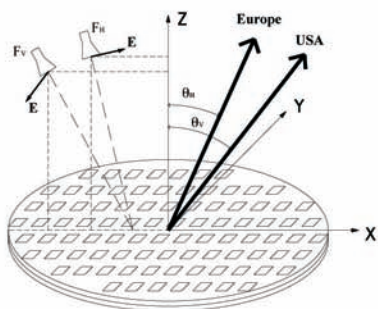
Le répéteur expérimental en bande Ka (KaTE) lancé à bord de SMART-1 en 2004 a effectué la première démonstration en vol de la transmission à 32 GHz d'observations de l'espace lointain. Cette expérience réussie prépare le terrain pour les futures missions d'exploration scientifique dans l'espace lointain, dont la première est BepiColombo.

Électromagnétisme et antennes

L'Universidad Politécnica de Madrid (E), le Lehrstuhl für Leichtbau de l'Université technique de Munich (D), KRP-Mechatec Engineering, à Munich également, et Alcatel Space, à Toulouse (F), ont conçu, fabriqué et testé, dans le cadre du Programme de recherche technologique (TRP) de l'ESA, une antenne à double polarisation dotée d'un réseau réflecteur imprimé sur trois couches, offrant une couverture différente selon la polarisation. Le réflecteur bigrille des satellites de télécommunications peut être remplacé par ce réseau réflecteur, qui génèrera un faisceau conformé en bande Ku pour l'Europe en polarisation horizontale et un faisceau ponctuel pour la côte Est des États-Unis en polarisation verticale. Ce dispositif, particulièrement plat, occupe par ailleurs un volume moindre et sa masse est réduite d'environ 20 %.

Effets de l'environnement spatial

Le réseau européen de services de météorologie spatiale, actuellement développé au titre du projet pilote relatif aux applications de météorologie spatiale, servira à évaluer les avantages pour l'Europe d'un éventuel programme dans ce domaine. L'ESA participe également à d'autres initiatives européennes et



Caractéristiques géométriques de l'antenne à réseau réflecteur brevetée et maquette sur table. Il est possible de régler les dimensions des éléments imprimés rectangulaires pour obtenir le déphasage souhaité pour chaque faisceau à différentes fréquences de la bande de fonctionnement

internationales, dont l'action COST 724 de développement des bases scientifique pour la surveillance, la modélisation et les prévisions de météorologie spatiale (UE), le programme Eurocores E-STAR (ESF), le groupe de travail des usagers du programme international « Vivre avec une étoile » et le service international d'étude de l'environnement spatial ISES. La Semaine européenne de météorologie spatiale, atelier organisé pour la première fois en 2004, a abordé un large éventail de questions scientifiques et d'applications, en présence de 200 scientifiques, ingénieurs et représentants de l'industrie.

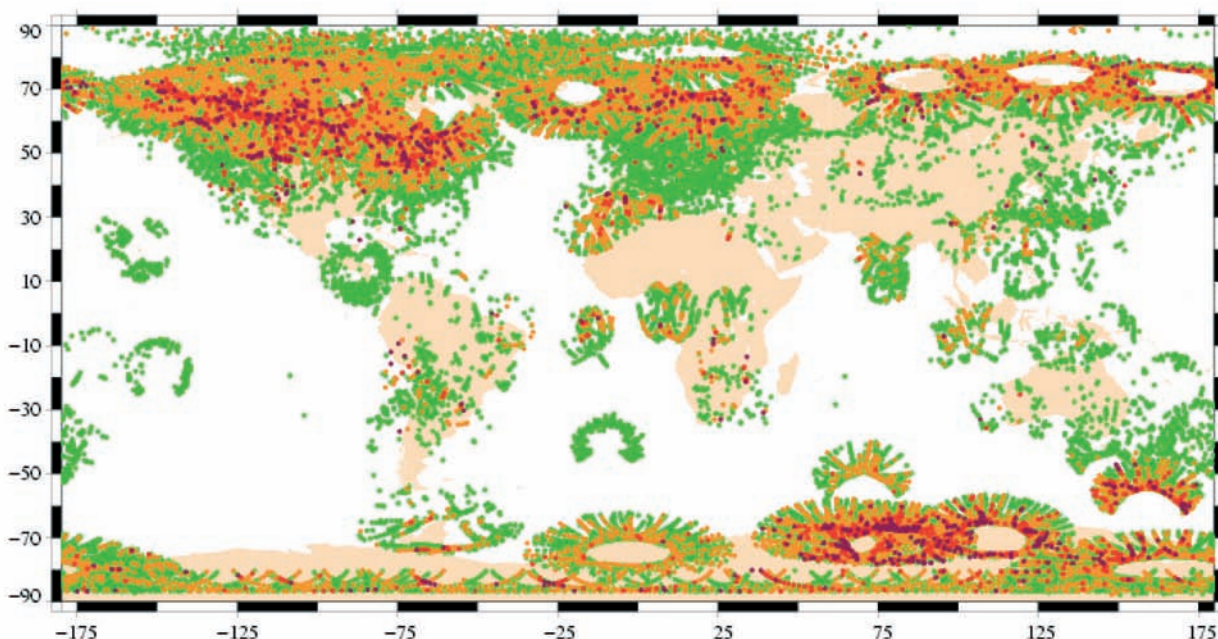
Systèmes logiciels

Assurant la coordination de 29 partenaires dans 11 pays européens, l'ESA a été chargée du projet ASSERT, prévu au titre du 6ème programme-cadre de la Commission européenne. Ce projet de 15 millions d'euros sur les "systèmes enfouis" rassemble les connaissances académiques et industrielles acquises en Europe afin de définir un nouveau processus de développement de systèmes informatiques intégrant un système de preuve à la conception.

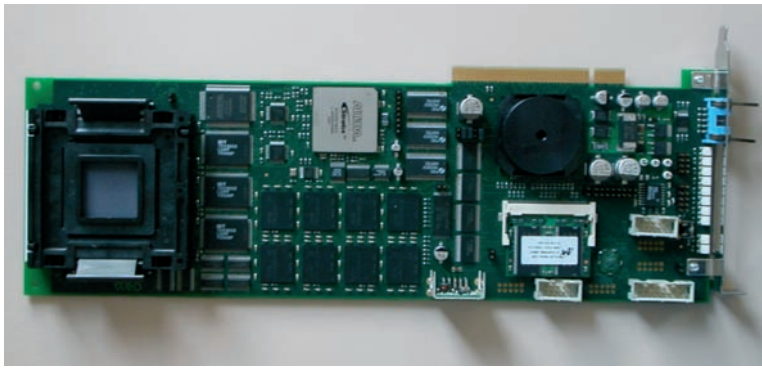
Des installations de vérification des logiciels (SVF) à faible coût, comprenant un émulateur des microprocesseurs utilisés par les véhicules spatiaux de l'ESA, ont été développées pour la validation des logiciels embarqués. La dernière version, SHAM6, novatrice et compacte, permet d'installer l'émulateur sur un poste de travail standard.

Projets technologiques en orbite

Tous les sous-systèmes de la mission Proba-1, qui a achevé sa troisième année en orbite, sont encore en bon état de marche. Les activités de démonstration technologique de la mission ont été menées à bien avec succès, notamment la démonstration des manœuvres d'observation de la Terre réalisées à l'aide des seules données d'orientation du suiveur stellaire. Le taux de réussite des clichés a prouvé qu'il s'agissait d'une solution viable en termes de performance (avec une vitesse pouvant atteindre 1 deg/s) et de disponibilité (aucune région où le nombre d'étoiles serait insuffisant). La batterie lithium-ion de Proba-1, utilisant des éléments disponibles sur le marché, a effectué 17 000 cycles sans dégradation réelle de ses performances. Le fonctionnement des



Estimation de l'indice de scintillation pour un jour donné, fournie par le projet pilote relatif aux applications de météorologie spatiale. L'indice permet d'anticiper les effets des modifications du champ magnétique externe de la Terre induites par la météo spatiale, sur la qualité des signaux GPS par exemple



Dernière version du module de gestion du simulateur, SHAM6

l'infrarouge, l'étude de matériaux en céramique frittée pour le miroir du télescope spatial James Webb et l'évaluation de

instruments d'étude de l'environnement terrestre – les détecteurs de rayonnements SREM et MRM et le détecteur de débris spatiaux DEBIE – est également satisfaisant. Le segment sol de la mission, installé dans la station Redu (B) de l'ESA, fonctionnant lui aussi normalement, Proba-1 a encore été prolongée d'un an.

La mission du microsatellite Proba-2, qui lui succèdera fin 2006, est entrée en phase de développement final (phase C/D) en 2004. Proba-2, conçue pour tester de nouvelles technologies de détection des étoiles et du Soleil, de batteries et de propulsion, sera également équipé d'instruments d'observation du plasma, d'un imageur solaire dans l'ultraviolet et d'un radiomètre.

Génie mécanique

Mécatronique et optique

Les compétences techniques acquises dans ces domaines ont de nouveau été très sollicitées en soutien d'études de mission avancées, de projets en cours, de développements technologiques et de clients extérieurs. En génie optique, les efforts ont notamment porté sur les missions scientifiques, avec l'essai des réflecteurs de la mission Planck à des températures cryogéniques et dans

bancs optiques de haute stabilité pour Gaïa et Lisa. Les activités d'accompagnement des développements technologiques ont porté sur la réalisation d'un interféromètre en verre monolithique de haute stabilité pour la mission LISA Pathfinder, le développement de filtres optiques accordables à haute résolution pour des instruments lidars de technologie avancée et la fabrication de fibres optiques monomode pour les guides de lumière MIR de Darwin, représentant une "première mondiale" sur le plan technologique.

De nombreux clients extérieurs ont fait appel aux compétences de l'ESA dans le domaine des télécommunications optiques, en particulier le DLR (Allemagne) et la JAXA (Japon) pour leurs projets respectifs de télécommunications laser TerraSAR-X et OICETS. Ont également été lancées des études préliminaires sur les technologies spatiales en matière de sécurité, telles que les systèmes de communication optique à usage mixte et le cryptage optique quantique des données transmises.

Ces activités ont été appuyées par différentes réalisations dans le domaine de l'opto-électronique, notamment celle d'un démonstrateur de détecteur à transfert de charges (CCD) rétro-éclairé en taille réelle pour

Deux images de Dubaï, prises par le spectromètre imageur avec compensation de mouvement de Proba-1 (en couleur) et le télescope miniature (en noir et blanc) par manœuvre de pointage et de focalisation

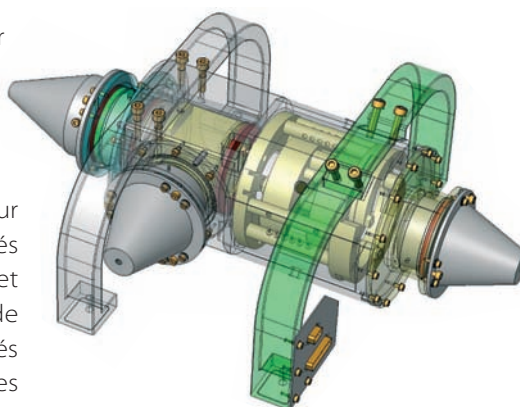


l'ambitieuse mission Gaïa, qui doit pouvoir détecter les étoiles les plus faibles tout en étant capable d'observer les objets les plus lumineux.

En robotique, les efforts ont surtout porté sur les éléments de technologie avancée destinés aux futures missions scientifiques et d'exploration, tels que les systèmes de navigation pour aérobots, les systèmes avancés de locomotion pour Mars et des microsondes pour Vénus. Le développement d'un outil terramécanique spécifique a été lancé pour permettre l'évaluation des performances des prototypes de robots mobiles conçus pour la mission ExoMars sur des terrains avec des sols et des pentes variables.

De nouvelles activités ont été engagées dans le domaine de l'automatisation des charges utiles en soutien de la mission Photon-M3, le but étant de permettre aux scientifiques d'interagir avec leurs charges utiles en vol.

En matière de mécanismes spatiaux, d'importants travaux de développement ont été consacrés à des produits européens d'importance stratégique tels que les entraînements des réseaux solaires, les générateurs de couple gyroscopiques, les

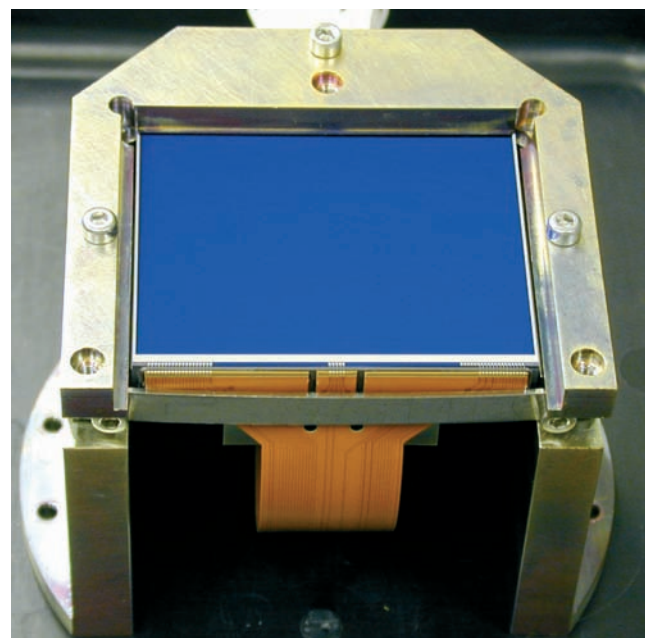
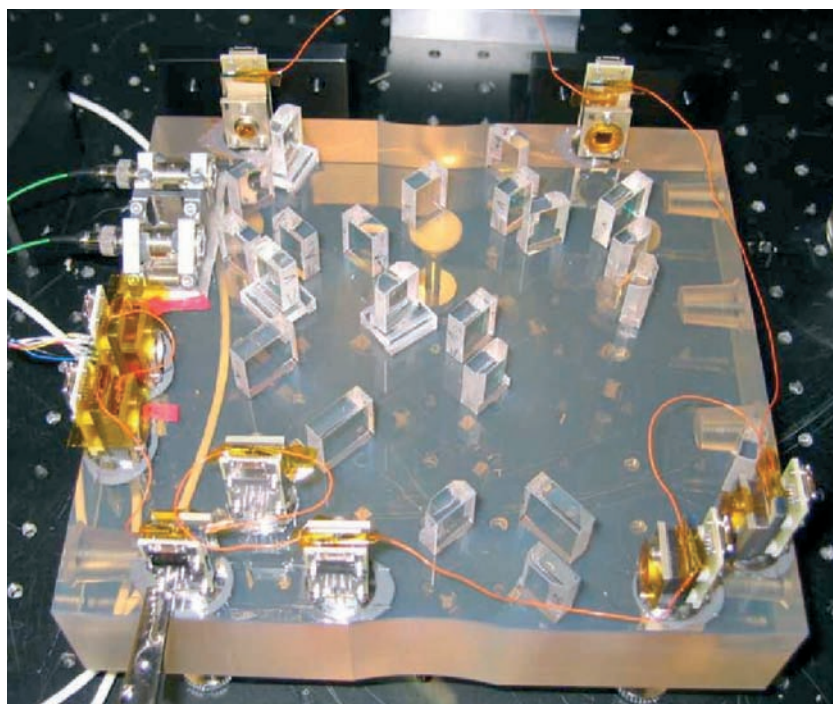


Filtre optique haute résolution à bande étroite conçu pour les applications lidar sur la base d'un étalon de Fabry-Pérot à capacitance stabilisée

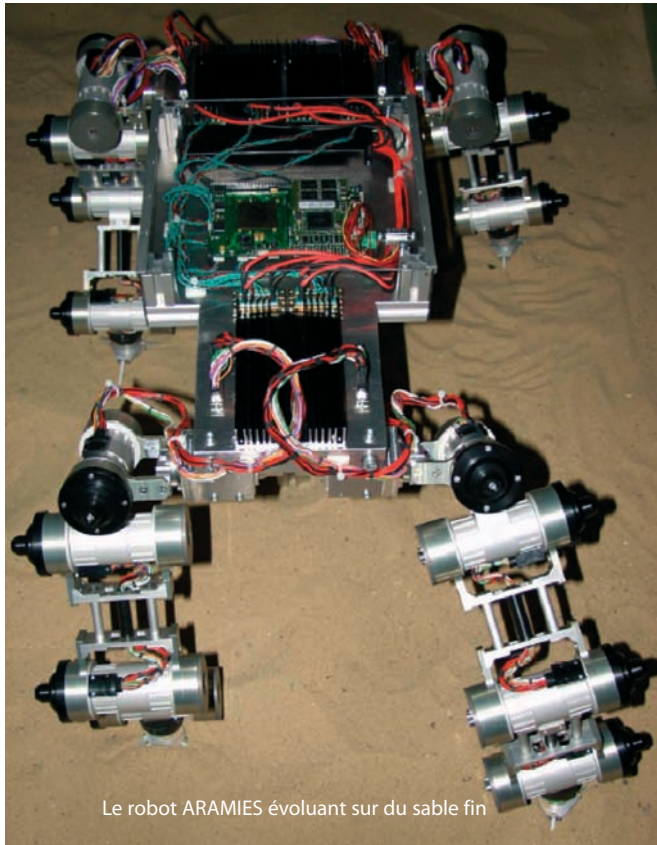
mécanismes de pointage d'antenne et de lancement. Le contrôleur de moteur intégré multifonction HBRISC 2 constituera par exemple un élément clé des systèmes de contrôle d'orientation de la poussée entièrement électrisés – et non plus hydrauliques – qui équiperont les lanceurs de nouvelle génération, dont Vega.

Le développement d'une famille d'outils d'analyse s'est poursuivie avec la réalisation du système SONOS, microscope-sonde à balayage (SPM), exploitable jusque dans le domaine des nanotechnologies, qui pourrait déboucher sur des premières applications destinées à l'ISS avant d'être utilisé pour les missions d'exploration extraterrestre.

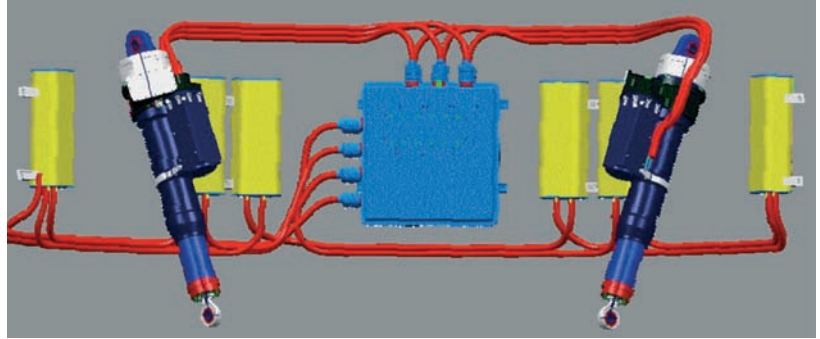
Modèle technique du CCD plat à rétro-éclairage de l'instrument ASTRO de Gaïa



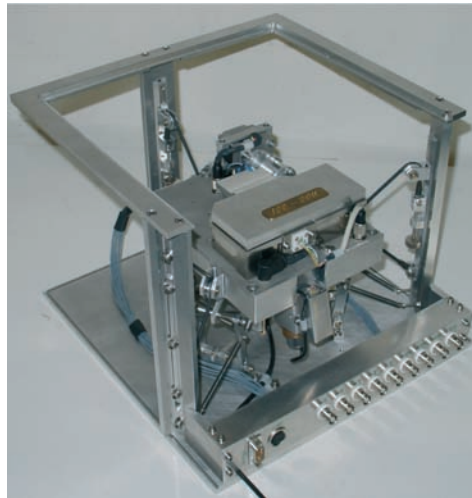
Interféromètre en verre monolithique de haute stabilité pour la mission LISA Pathfinder



Le robot ARAMIES évoluant sur du sable fin



Contrôleur de moteur intégré multifonction (HBRISC 2) pour le contrôle d'orientation de la poussée des lanceurs



Maquette sur table du microscope-sonde à balayage SONOS

Régulation thermique et d'ambiance

Structures et pyrotechnique

De nouvelles activités de démonstration technologique ont été engagées pour soutenir le développement de structures flexibles de grande dimension, telles que réseaux solaires, antennes et dispositifs de protection. La démonstration de la faisabilité du recours à des éléments piézoélectriques pour contrôler l'alignement, la stabilité et la forme des structures ouvre la voie à leur utilisation pour de futurs instruments spatiaux.

La nouvelle case à équipements légère, fabriquée dans des matériaux composites plutôt qu'en aluminium, sera utilisée pour la première fois dans le système de gestion de l'énergie et des données de Proba-2. Elle apporte une réduction significative de la masse tout en restant conforme aux impératifs mécaniques, thermiques, de rayonnement et de compatibilité électromagnétique.

Régulation thermique et soutien-vie

Les activités de R&D portant sur le cryo-refroidisseur ont été lancées conformément à la feuille de route d'harmonisation technologique et un nouveau concept de refroidisseur sans vibrations a été finalisé pour des missions telles

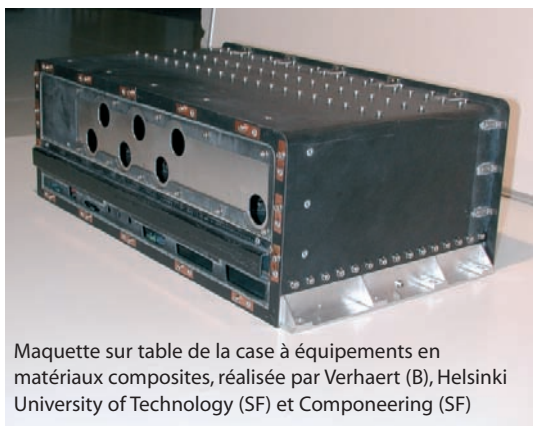
que Darwin. L'expérience de démonstration en orbite MiniTherm, composée de dispositifs de transport de chaleur diphasiques miniatures, a été développée en coopération avec le CNES pour un lancement à bord de Photon M2 en 2005.

Une phase de tests constituant une première étape vers la production d'hydrogène au point triple pour les lanceurs futurs a permis d'obtenir de l'azote cryogénique semi-solide.

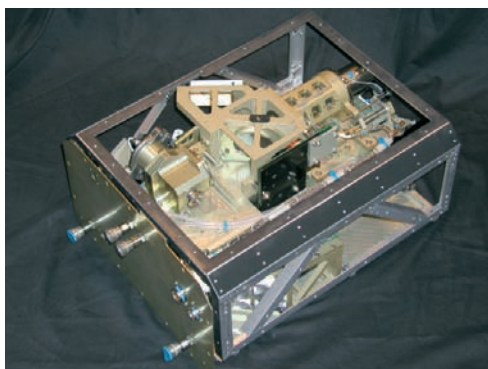
Dans le domaine du soutien-vie, l'"ISS Human Factors Office" de la NASA a montré un très vif intérêt pour la démonstration technologique en orbite de l'interféromètre d'analyse de l'air ambiant de l'ESA, ANITA, devant initialement durer dix jours ; l'interféromètre effectuera par conséquent une mission de validation expérimentale de six mois, où il contribuera à la surveillance de l'atmosphère à l'intérieur de l'ISS, qu'il rejoindra à bord du premier ATV.

Analyse thermique et vérification

Le système d'échange de modèles d'analyse thermique TASverter, mis en place en 2004 pour convertir les modèles thermiques ESARAD et THERMICA en utilisant la norme ouverte STEP-TAS développée par l'ESA/ESTEC, est déjà très utilisé par l'industrie. L'ESA a également



Maquette sur table de la case à équipements en matériaux composites, réalisée par Verhaert (B), Helsinki University of Technology (SF) et Componeering (SF)



L'instrument de surveillance de la qualité de l'air ANITA, destiné à l'ISS

organisé avec EADS/Astrium GmbH le sixième atelier NASA/ESA sur l'échange de données techniques et a continué à œuvrer avec EADS/Airbus en tant que coordinateur de l'industrie spatiale au sein du réseau thématique FENET de l'UE. Ce réseau, consacré à la dissémination des technologies d'analyse technique, favorise les échanges de savoir-faire en matière d'analyse et de modélisation entre 110 entités européennes.

Le Laboratoire des systèmes mécaniques a mis au point une nouvelle installation de cryogénisation, procurant une température minimale inférieure à 10 K, pour tester les matériaux destinés au satellite Planck. L'isolation multicouche (MLI) conçue pour la sonde Venus Express est efficace jusqu'à 250°C et de nouveaux paramètres d'essai MLI ont été développés afin d'arriver aux 350°C requis pour BepiColombo. Cinq méthodes d'essai conformes à ISO 17025 ont par ailleurs été accréditées

Propulsion et aérothermodynamique

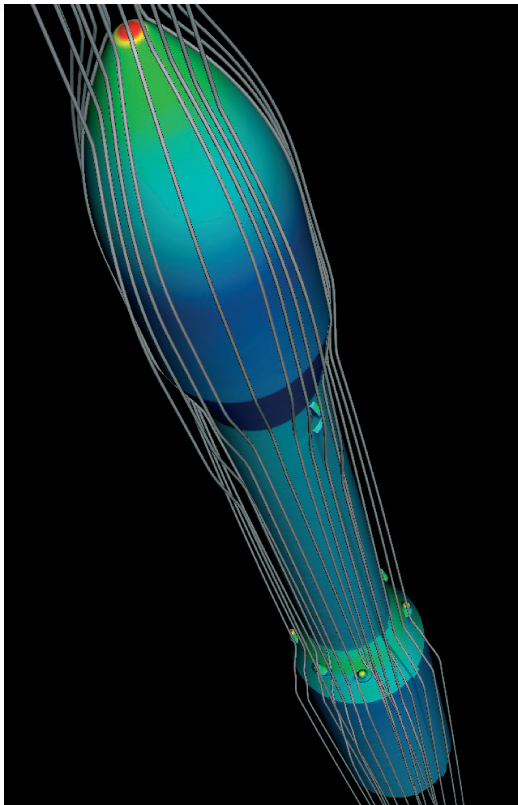
Les travaux de développement et de qualification de composants et de matériaux de pointe pour la propulsion chimique, non soumis à la réglementation ITAR, se sont poursuivis. Le développement du système AlphaBus répond au besoin de disposer d'une propulsion chimique plus puissante pour les prochaines générations de plateformes de télécommunications, tout en permettant d'apporter de nouvelles améliorations aux composants. L'ESA étudie également la possibilité de remplacer les propergols liquides traditionnels, hautement toxiques, par des propergols écologiques.

L'arrivée de SMART-1 sur orbite lunaire, fin 2004, a clairement montré que les propulseurs électriques pourraient servir de système de propulsion primaire lors des futures missions interplanétaires. À la demande de l'industrie, un groupe de travail a été créé afin d'exploiter l'expérience acquise dans le cadre de SMART-1 sur le plan de l'évaluation des performances, de l'estimation des durées de vie et de l'appréciation des interactions entre sonde et système de propulsion, en vue des futures missions de télécommunications.

L'essai de qualification du moteur ionique conçu pour la mission GOCE s'est achevé avec succès au bout de 5000 heures. Les plateformes de télécommunications du projet AlphaBus utiliseront des systèmes de propulsion électrique pour le maintien à poste nord-sud (NSSK). L'ESA est en outre chargée de fournir les micropropulseurs FEEP (propulsion électrique par émission de champ) pour la mission Microscope du CNES, une technologie qui intéresse également beaucoup le projet LISA Pathfinder de l'ESA.

Les activités d'aérothermodynamique liées à Ariane-5 ont essentiellement porté sur la modélisation numérique et expérimentale de l'interaction entre le moteur du premier étage et l'écoulement de culot ambiant. Les activités de soutien à Vega se sont concentrées sur l'estimation des charges de pression externe pour différentes conditions de vol, en tenant compte de l'incidence du sous-système de commande d'orientation, du canal de liaison et de l'allumage des moteurs de freinage sur le comportement aérodynamique du lanceur.

Les effets de jet des moteurs et propulseurs d'Aeolus, CryoSat et SMART-1 ont également fait l'objet d'une analyse numérique.



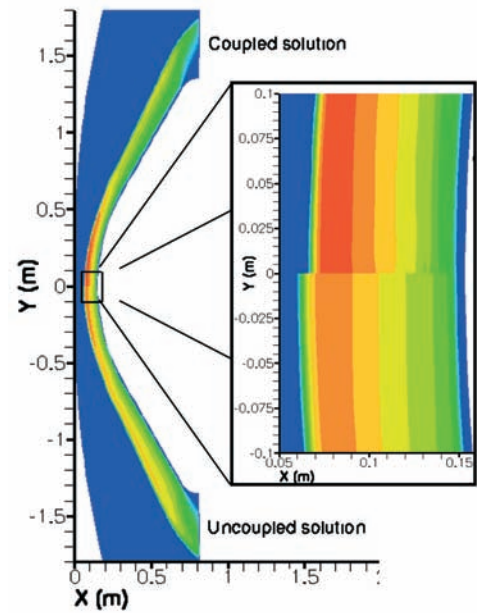
Simulation d'un vol de Vega à Mach 2 : lignes de courant et calculs de modélisation de la pression de surface servant à évaluer l'effet du sous-système de commande d'orientation, du canal de liaison et de l'allumage des moteurs de freinage sur le comportement aérodynamique du lanceur

Dans le domaine des techniques de rentrée, il a été procédé à l'évaluation de l'environnement aérodynamique de la sonde Huygens en vue de sa descente dans l'atmosphère de Titan lors de la phase finale de la mission. Ces activités bénéficient des progrès récemment accomplis par l'ESTEC et d'autres laboratoires européens dans l'étude des rayonnements des plasmas hors équilibre.

L'Agence poursuit le développement d'expériences en vol pour le système gonflable de rentrée et de descente (IRDT) et le banc d'essai de rentrée atmosphérique européen (EXPERT). IRDT est une sonde protégée par un bouclier gonflable lors de sa rentrée atmosphérique, tandis qu'EXPERT est une capsule de rentrée dans l'atmosphère terrestre conçue pour acquérir des données de vol sur des phénomènes aérothermodynamiques critiques par le biais de plusieurs charges utiles scientifiques embarquées.

Ingénierie concourante

Cette année, les méthodes et outils d'ingénierie concourante ont été mis au service de plusieurs Directions pour un nombre croissant d'applications. Les évaluations de l'efficacité des études réalisées dans l'installation de conception pluridisciplinaire (CDF) ont montré que cette démarche permettait d'obtenir un gain de temps de 75 % et une réduction des coûts de 50 % par rapport à d'autres méthodes.



Anticipation du flux radiatif émis autour de la sonde Huygens pendant sa descente dans l'atmosphère de Titan

La CDF a apporté un soutien pluridisciplinaire efficace à de nombreux programmes de l'ESA, dont Aurora, le Programme scientifique et les programmes de vols habités, de recherche en microgravité, d'études générales et de lanceurs. Il a également été procédé à l'étude et à la définition conceptuelle de futures missions potentielles : exploration lunaire, démonstrateur d'atterrissage sur Mars, Solar Orbiter, spectroscopie dans le rayonnement X aux confins de l'Univers (XEU), astéroïdes évoluant à proximité de la Terre. La CDF a accueilli par ailleurs des revues sur les activités de conception industrielle et des réunions de préparation aux phases industrielles suivantes de projets tels qu'ExoMars, Retour d'échantillons martiens et Missions habitées vers Mars.

Les modèles et outils développés et utilisés par la CDF sont mis à la disposition des partenaires institutionnels européens et la généralisation de leur emploi est encouragée par diverses mesures. L'équipe de la CDF a également aidé d'autres organisations, notamment le CNES et l'ASI, à mettre en place leurs propres centres d'ingénierie concourante et joué un rôle actif au sein des projets éducatifs et des initiatives de transfert technologique en servant de cadre à plusieurs études, revues, présentations et ateliers.

Plus de cent participants issus d'agences spatiales nationales, de l'industrie et des universités ont pris part à l'atelier sur l'ingénierie concourante dans le domaine des applications spatiales, organisé à l'ESTEC. Le programme,



Rapport d'étude de la CDF sur la définition et la conception d'un radar à faible consommation d'énergie pour une mission vers la lune jovienne Europa (ELRR)



Ingénieurs russes et de l'ESA travaillant sur les Missions habitées vers Mars à la CDF

réparti sur deux jours, a contribué aux échanges d'expérience et de savoir-faire avec d'autres partenaires européens et internationaux. L'atelier a souligné le grand intérêt porté à l'ingénierie concourante et conforté la position de la CDF en tant que centre d'excellence européen.

Assurance produit et sécurité

Initiative européenne pour les composants (ECI)

L'évolution générale du secteur des composants électriques, électroniques et électromécaniques (EEE) au cours de dix dernières années a conduit à une dépendance critique des utilisateurs spatiaux européens vis-à-vis des fabricants de composants non-européens et de leurs produits, souvent soumis à des contrôles à l'exportation. Pour répondre à cette situation, un programme spécifique baptisé « Initiative européenne pour les composants (ECI) » a été créé afin d'assurer aux projets européens la disponibilité, sans restriction et dans les délais requis, de composants clés qualifiés pour l'espace et d'améliorer la compétitivité internationale de l'industrie spatiale européenne. Bénéficiant du soutien des agences spatiales nationales, l'ECI fournira dans un premier temps de nouvelles capacités de production européenne pour un large éventail de composants résistant aux rayonnements et qualifiés pour l'espace, tels que les transistors à effet de champ à oxyde métallique (MOSFET), les composants numériques à faible consommation d'énergie, les matrices prédiffusées programmables par l'utilisateur (FPGA), les mémoires et les microprocesseurs à haute performance.

Composants EEE

La Division Composants a soutenu les projets de l'ESA et de la communauté spatiale européenne en matière d'évaluation et de qualification des composants EEE et de résolution des problèmes de fiabilité et d'application rencontrés dans ce domaine. Les condensateurs tantale peuvent par exemple poser des problèmes de fiabilité dans certaines conditions. L'ESA procède à ce sujet à des tests et à des signalements systématiques et prescrit des mesures correctives. Les besoins en matière de technologies et de composants ont été réactualisés en étroite collaboration avec les agences nationales, l'industrie et les universités, afin de tenir compte de l'évolution de la demande et du contexte industriel et de garantir une entière disponibilité des moyens pour la prochaine génération de missions et d'équipements européens. Les activités sont restées axées sur le développement de composants et de technologies clés pour les missions, tels que les technologies silicium submicroniques et fortement submicroniques résistant aux rayonnements, les semi-conducteurs à large bande interdite, les systèmes micro-électro-mécaniques (MEMS), les nanotechnologies et les concepts d'encapsulation en trois dimensions.

Des efforts particuliers ont été consacrés par ailleurs à alimenter et à améliorer le système d'information en ligne de la communauté européenne des composants spatiaux ESCIES (<https://escies.org>), entré dans sa quatrième année d'exploitation. Ces archives de données centralisées sont désormais les plus importantes d'Europe dans le domaine des composants spatiaux.

Matériaux et procédés

Le nombre croissant d'activités réalisées dans le Laboratoire des matériaux et procédés a confirmé l'importance de disposer d'une capacité de réaction rapide pour offrir une aide aux programmes de l'ESA et à l'industrie européenne. Le laboratoire a soutenu cette année plusieurs analyses de défaillances, concernant en particulier les futures missions scientifiques. La mission Venus Express a constitué l'un des plus grand défi en raison de son calendrier de développement très serré et de son lancement imminent en octobre 2005.

La qualification des fabricants de cartes à circuits imprimés respectant les normes ECSS s'est poursuivie comme chaque année, de même que celle des lignes de fabrication pour le montage de composants en surface. Deux des normes publiées en 2004 sont déjà très appréciées dans l'industrie, à savoir ECSS-Q-70-71, relative aux « Données pour la sélection de matériaux et procédés spatiaux », et ECSS-Q-70B, concernant les « Matériaux, composants mécaniques et procédés ».

2004 a vu la publication de quelque 300 rapports d'analyses de matériaux et d'évaluation technique sur les sujets les plus divers, du dégazage et des contrôles de contamination aux grandes plaques froides qui équiperont le laboratoire Columbus en passant par les travaux de caractérisation thermomécanique et l'évaluation de petits dispositifs de montage en surface.

Les activités de tiers, conduites pour le compte des partenaires industriels de l'ESA, constituent une part croissante de la charge de travail de la Division Matériaux et procédés. L'industrie a passé avec l'ESA 26 contrats portant sur des prestations telles que des tests de dégazage, l'évaluation de l'exposition environnementale

aux rayonnements ultraviolets ou à l'oxygène atomique, des essais de cyclage thermique et des analyses à l'aide du microscope acoustique à balayage en mode C du laboratoire. Le laboratoire a également travaillé, en coopération avec l'industrie et les instituts de recherche, au développement et à la caractérisation des performances de matériaux et processus de pointe dans des domaines à fort potentiel tels que les matériaux nanostructurés hybrides et auto-régénérants ainsi que les nouveaux processus d'assemblage et de fabrication.

Coordination européenne pour les composants spatiaux (ECSS)

L'ECSS est consciente que l'industrie est tenue d'offrir à ses clients des produits et services de qualité, fournis de manière efficace et rentable. Il faut disposer à cet effet de processus stables et qualifiés d'une variabilité minimale afin de satisfaire aux exigences de tous les clients. C'est pourquoi les normes ECSS sont établies selon des règles strictes, garantes de leur transparence et de leur équité.

La multiplication des normes ECSS et l'attention croissante qu'y portent les équipes de projet ont entraîné une forte augmentation de leur usage – une tendance renforcée par la publication, en mars, de l'instruction administrative « Application des normes agréées par l'ASE ». Le texte, qui vise à clarifier la mise en œuvre par l'Agence des normes ECSS et autres normes approuvées, énonce que les documents correspondants doivent servir de référence commune pour la formulation des obligations contractuellement applicables aux fournisseurs, au même titre que les impératifs spécifiques aux programmes ou aux projets.

Dans l'ensemble, les travaux ont porté sur 142 normes (révisions et définition des exigences relatives à la documentation non comprises) publiées, en examen ou en cours de rédaction (se reporter au tableau).

Par ailleurs, 46 normes ECSS ont été agréées comme normes européennes (EN) et trois autres comme normes internationales (ISO).

	Ingénierie (série ECSS-E)	Gestion (série ECSS-M))	Assurance produit (série ECSS-Q)
Publiées	27	11	42
En cours d'examen	14	1	13
En projet	36	3	10
TOTAL	77	15	65