

Suivre les essais via un site web

Le Centre Spatial de Liège (CSL) est l'un des quatre centres d'essai coordonnés de l'ESA avec pour spécificité l'évaluation de la qualité des charges utiles optiques. Le centre d'études s'est spécialisé dans les satellites scientifiques - autrement dit du travail sur mesure - plutôt que de télécommunications (les "satellites fabriqués en série"). Pour cette étude, le CSL dispose de plusieurs "simulateurs de vide interplanétaire".

Les composants des satellites sont soumis à un environnement spatial. Il est certes impossible de neutraliser la gravité, mais la cuve d'essai peut être placée sous un vide profond (10^{-7} mbar) et les composants peuvent être soumis à une simulation des conditions de chaleur qui règnent dans l'espace. Cela se fait à l'aide de panneaux qui sont amenés à la température voulue, pouvant varier entre 5K et 100°C. Pour tester les composants des satellites Planck et Herschel qui doivent être mis sur orbite en 2007, il a fallu installer une nouvelle unité constituée d'une cuve en inox de 7 m de hauteur et de 6,5 m de diamètre. La commande du système de réglage de la température à dix canaux de cette nouvelle cuve d'essai est assurée par un PLC Siemens S7300. Il est équipé d'un module informatique qui permet de suivre l'évolution des différents paramètres clés du processus depuis le PLC via l'Ethernet avec un simple navigateur Internet standard.

Pour le CSL, il s'agit du premier dispositif de réglage basé sur PLC

et c'est la première fois que l'interface opérateur n'est pas basée sur Unix mais sur une plateforme Windows : WinCC. Industrie Technique et Management s'est entretenu au sujet du CSL et de cette nouvelle mission avec Pierre Franco du Centre Spatial de Liège et Stéphane Chalsèche de Siemens.

TESTS DE SATELLITES ET DE CHARGES UTILES

La construction d'un satellite passe par trois phases. La première est la construction d'un modèle d'étude, qui inclut le développement des systèmes électroniques, mécaniques et optiques conformément aux exigences du cahier des charges. La deuxième phase est celle de la construction d'un prototype, c'est-à-dire le développement et l'assemblage d'un satellite sur lequel seront effectués de nombreux tests jusqu'à obtention de la formule la plus fiable possible. Durant cette phase, l'ensemble des composants sont testés jusqu'à la rupture. La troisième phase comprend la fabrication et le test du "flight model", c'est-à-

dire le satellite qui sera mis en orbite.

Un des projets importants auxquels le CSL a collaboré par le passé, concerne le télescope à images dans l'ultraviolet, un instrument installé à bord du satellite SOHO lancé en 1995 et qui

entre 0,06 et 0,67 mm. Il aura pour mission de détecter l'empreinte infrarouge "d'objets froids" dans l'espace : planètes, comètes et formations stellaires. Le satellite Planck est quant à lui destiné à prendre des images de l'univers tel qu'il se serait présenté voici 14 milliards d'années, juste



La nouvelle cuve Focal pour le satellite Herschel a un diamètre de 6,5 m.

servait à l'observation des activités de la couronne solaire. Le projet auquel le centre travaille à l'heure actuelle et pour lequel de vastes salles d'essai sont nécessaires (les satellites et les charges utiles sont de plus en plus volumineux puisque les fusées sont capables de les emporter) est le test de deux satellites - Planck et Herschel - qui seront tous deux mis en orbite par le même porteur. Le satellite Herschel comprend un gros télescope à infrarouges avec entre autres l'instrument HIFI (Heterodyne Instrument for the Far-Infrared), qui étudiera les rayonnements d'une longueur d'onde comprise

après le Big Bang, et ce à une distance de 2,5 millions de kilomètres de la terre. Pour cela, l'appareil prendra des images de très faible longueur d'onde de l'espace. Pour prendre des photos dans l'espace (où la température varie de quelques degrés à des dizaines de degrés Kelvin), l'antenne du télescope doit se trouver à une température encore plus basse durant les observations. Pour économiser de l'énergie, elle est refroidie sur terre et lancée à basse température, après quoi elle est maintenue dans l'espace à une température de 4°K. La durée de vie, qui est déterminée par la quantité de réfrigérant (hélium li-

quide) emportée, est de 5 à 6 ans. Lors du développement et des tests de satellites et de leurs charges utiles, le centre de recherches se consacre principalement aux instruments optiques : l'observation du comportement optique des surfaces des antennes, l'étude du comportement des miroirs dans l'espace. Ces recherches impliquent une simulation de l'environnement spatial et la mesure en permanence de la géométrie à l'aide d'instruments à laser. Outre le contrôle du comportement optique des miroirs lors des simulations des conditions dans lesquelles ils devront fonctionner dans l'espace, le CSL a également pour spécialité la réalisation de tests de vibrations sous vide et à de très basses températures. Très peu de laboratoires de recherche spatiale sont en mesure de réaliser ce genre de tests. Ces tests sont très importants en raison du fait que le satellite est soumis à des forces vibratoires considérables au moment du lancement de la fusée. De tels appareils doivent donc pouvoir résister à des conditions extrêmes : ultrasensibles à la lumière et très robustes pour résister au lancement.

DES COMPOSANTS DE PLUS EN PLUS VOLUMINEUX

Au cours des mois à venir, le satellite Planck subira des tests de concentricité du miroir primaire. Les mesures du miroir optique secondaire du satellite Herschel commenceront début 2005. Les composants deviennent cependant de plus en plus volumineux.

Le miroir primaire du satellite Planck présente un diamètre de 1,5 mètres, pèse 1,5 tonne et peut encore être installé avec sa structure de support dans une unité existante destinée aux tests de Meteosat. Pour le miroir optique primaire en carbure de silicium du satellite Herschel, d'un diamètre de 3,5 mètres, il a fallu construire une cuve d'essai plus vaste. Ce miroir sera testé dans le nouveau simulateur, une cuve en inox de 3 mètres de hauteur et de 6,5 mètres de diamètre, fabriquée par la société liégeoise AMOS, agréée par l'ESA pour la recherche sur les composants de satellites.

Les essais dans les simulateurs reproduisent les conditions ambiantes de l'espace. La gravité terrestre ne peut bien entendu pas être neutralisée. Les composants sont placés sous vide. Il est ainsi possible de créer un vide de 10^{-7} mbar dans la chambre à dépression. Une pompe primaire permet d'obtenir 10^{-4} mbar, qu'une turbopompe à grande vitesse amène à 10^{-6} mbar, après quoi le vide ultérieur (10^{-7} mbar) est atteint au moyen de pompes cryogéniques (les molécules gazeuses restantes se condensent et se déposent sur une tête refroidie à l'hélium liquide). L'installation comprend également un liquéfacteur Linde pour reliquéfier l'hélium "réchauffé" dans le circuit d'essai.

Les composants sont également exposés à leur température ambiante "naturelle". Ils doivent



Une nouvelle unité a été installée au Centre Spatial de Liège pour les tests sur les composants des satellites Planck et Herschel. (doc. ESA)

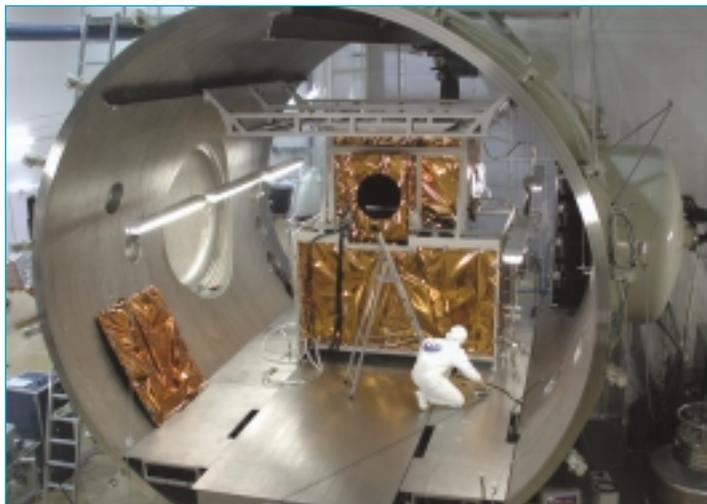
pour cela être exposés à différentes températures, car la partie qui est tournée vers l'espace sera ultrafroide tandis que la partie orientée vers le soleil pourra facilement atteindre plusieurs dizaines de degrés centigrades, l'antenne étant maintenue - comme nous l'avons indiqué ci-dessus - à basse température (20 à 50 °K). Pour reproduire ces conditions, le composant est raccordé à un circuit d'hélium liquide. Le miroir est placé dans une sorte de tente thermique composée de plusieurs compartiments que l'on peut porter à différentes températures allant de 4 °K à 100 °C. Chaque circuit est traversé d'azote à la température adéquate.

REGLAGE THERMIQUE A DIX CANAUX

Le réglage de la température dans les dix zones de réglage est réalisé par le Centre Spatial de Liège. La température de chaque zone est réglable entre -150 °C et +80 °C

avec une précision de l'ordre de 1/10e de degré. Le réglage de la température est réalisé au moyen d'un mélange d'un flux d'azote gazeux "froid" vaporisé par un conteneur d'azote en phase liquide (c'est-à-dire à -196 °C) et d'un flux d'azote gazeux "chaud" provenant d'un conteneur porté à une température de 100 °C au moyen d'éléments chauffants. Le mélange est effectué pour chaque circuit par l'ouverture/fermeture de vannes à gaz ASCO commandées par le PLC Siemens S7-300 via une connexion Profibus. On a opté pour cette solution en raison de son coût intéressant : on peut parfaitement atteindre la précision voulue avec des réglages PID, ce qui permet d'éviter de recourir à de coûteuses servovalves à gaz.

Que ce soit lors des préparatifs ou des tests proprement dits, les opérateurs doivent pouvoir suivre les températures avec une grande



Tente thermique dans Focal 5 pour instrument Seviri du satellite Meteosat.

précision et éventuellement apporter des corrections (le "comportement thermique" du satellite est difficile à "traduire" en



Vue du télescope du satellite Planck. (doc. ESA)

formules) depuis la salle de contrôle sur la base d'un poste de travail WinCC.

"LA PETITE HISTOIRE"

Les autres simulateurs sont eux aussi équipés d'un tel dispositif de réglage, mais celui-ci est assuré au départ d'un PC (et toujours avec un programme DOS). L'acquisition de données est réalisée au moyen d'ordinateurs HP dans

un programme Unix. Tous ces programmes ont été développés au sein du CSL. L'appareil utilisé est certes "ancien" (le support devient difficile à assurer), mais comme tout fonctionne, il n'y a pas de raisons de changer.

En 1999, le CSL a reçu une demande émanant d'un centre de recherches spatiales indien pour fournir un système thermique pour simulateur offrant les propriétés de celui existant à Liège. Mais l'ensemble de l'infrastructure, dont les simulateurs, fonctionnait déjà avec des systèmes Siemens S7-400 et le cahier des charges précisait que la commande du simulateur et du système de régulation thermique devait être compatible avec l'infrastructure existante. Donc - pour décrocher la commande - le réglage PID pour l'ensemble du système thermique a dû être transféré dans un PLC Siemens. Comme il était possible d'assurer l'ensemble des opérations de réglage et de contrôle sur une PLC S7 300, on a donc opté pour cette solution pour des raisons de coût. L'ensemble a été développé et fabriqué au CSL et mis en service en Inde - également avec une interface opérateur WinCC.

Lorsqu'il a été décidé de construire un nouveau simulateur au CSL, il était logique d'y

La recherche spatiale à Liège

Le CSL a été créé dans les années '60 au départ d'un laboratoire de l'institut d'astrophysique de l'université de Liège. Fin des années '70, il employait 20 personnes. C'est à cette époque qu'il a été reconnu comme centre d'essai par l'ESA. Il s'est ensuite développé jusqu'à devenir le centre de recherche que l'on connaît à l'heure actuelle et où travaillent une centaine de collaborateurs. Aujourd'hui, le centre coopère avec l'ESA et la NASA ainsi qu'avec les principaux laboratoires et sociétés actives dans le domaine de la recherche spatiale. La croissance a reposé sur un autofinancement, dans le cadre des activités principales : la recherche et les tests d'instruments scientifiques, surtout optiques, embarqués à bord des satellites spatiaux. Le centre dispose à cet effet de tout un arsenal de cuves de simulation, allant de petites unités à de très grosses cuves.

Un autre département du centre axe quant à lui ses activités sur les techniques laser de pointe. Il s'agit en réalité d'assurer le support du premier département dans la mesure où le laser constitue un instrument important dans les mesures de surfaces. Ce département a déjà généré deux spin-off dans le domaine des applications industrielles. La première concerne les caméras holographiques, qui trouvent leur principale utilité dans l'enregistrement de tests dynamiques et qui sont par exemple employées pour enregistrer des tests de vibrations de turbines de moteurs d'avion en vue de leur analyse en 3D. La deuxième spin-off s'est spécialisée dans le nettoyage aux rayons laser de surfaces sensibles.

Un troisième département, spécialisé dans les logiciels, travaille à la réalisation du profil et des données géologiques de l'écorce terrestre sur la base d'images radar de la terre prises depuis l'espace. Ces données d'image doivent permettre de détecter les tensions et l'activité dans la croûte terrestre. Ces recherches sont menées en

intégrer l'expérience acquise avec l'installation indienne, grâce à quoi le nouveau simulateur bénéficie d'un dispositif de réglage de la température hypermoderne et simultanément plus performant et plus flexible. Il a également signifié l'entrée du premier système de commande tournant sous Windows dans la salle de commande, bastion Unix s'il en est. Un module informatique a également été intégré dans le PLC. L'avantage est qu'il n'a pas fallu tirer de câble Profibus et que l'on pouvait travailler sur le réseau (bureautique) existant. Pour le cas où une panne surviendrait

au niveau de la connexion Ethernet, le dispositif de réglage est doté d'un petit module HMI intégrant toutes les fonctions de commande et de contrôle. Au démarrage, il est également plus facile d'effectuer les interventions à côté de la machine. Le module informatique et la connexion Ethernet présentent l'avantage supplémentaire que les principaux paramètres peuvent être suivis par les chercheurs au moyen d'un PC installé sur leur bureau via le navigateur Internet standard.