

# Cryoscope

www.airliquideadvancedtechnologies.com

June 2011

## ::: DANS L'ACTU

## ::: HOT NEWS

p. 1/6

## ::: REPORTAGE

Retour sur le futur d'une centenaire

## ::: REPORT

A century of progress

p. 2/3

## ::: HORS LES MURS

Chine, Japon

## ::: AT LARGE

China, Japan

p. 3

## ::: TECHNIQUE

Vannes (électroniques)  
en série

## ::: TECHNICAL

Electronic valves enter  
mass production

p. 4

## ::: PAROLE D'EXPERT

Des calculs aux  
développements  
techniques

## ::: EXPERT REPORT

From calculation to  
technical developments

p. 5

## ::: EDITORIAL

À l'occasion du Salon international aéronautique qui se tient au Bourget du 20 au 26 juin 2011, je tenais à insister ici sur l'importance que revêtent les domaines aéronautique et spatial pour Air Liquide Advanced Technologies. Ces secteurs constituent deux axes majeurs de développement de notre entreprise sur le long terme, commercialement et technologiquement. Nous déployons, depuis plus de deux décennies, les technologies des gaz du Groupe dans le domaine de l'aéronautique et sommes partenaires du programme spatial européen depuis près de 50 ans. Aujourd'hui, nos technologies embarquées sont éprouvées, matures et font l'objet d'une amélioration continue dans le cadre de l'industrialisation de nos équipements. Si ces technologies équipent toujours les avions et les hélicoptères, elles se tournent également vers de nouvelles applications. En témoignent plusieurs réussites récentes, comme nos modules de génération d'oxygène pour des hôpitaux de campagne ou l'inertage à l'azote de véhicules terrestres. Côté spatial, nous sommes bien sûr impliqués dans la conception et la fabrication des réservoirs d'Ariane, mais aussi dans la réalisation des installations cryogéniques au sol des pas de tir. Nous participons également, aux côtés de nos partenaires, aux travaux menés sur la prochaine génération de lanceurs européens. Dans le domaine des systèmes orbitaux, nos technologies répondent à un large éventail de besoins, comme le refroidissement des instruments des satellites d'observation ou la conservation d'échantillons sur la station spatiale internationale.

Stéphane Lessi, Directeur commercial et marketing



On the occasion of this year's Paris Air Show from the 20th to the 26th of June, 2011 in Le Bourget, I wanted to insist on the importance of the aeronautics and space sectors for Air Liquide Advanced Technologies. These sectors are two major development areas for our business over the long term, commercially and technologically.

For more than two decades we have deployed the Group's gas technology in the field of aeronautics and have been partners in the European Space Programme for almost 50 years. Today our onboard technologies are proven, mature and subject to continuous improvement as part of the industrialisation of our equipment. While these technologies continue to equip planes and helicopters, they are also being turned to new applications, which are reflected in several recent successes, such as our oxygen generation modules for field hospitals or nitrogen inerting systems for land vehicles.

In the space sector, we are of course involved in the design and construction of the Ariane cryogenic tanks and also in the realisation of cryogenic infrastructures for launch pads. We are equally involved, alongside our partners, in the ongoing work on the next generation of European launchers. In the orbital systems domain our technologies respond to a wide range of needs, such as the cooling of observation satellite instruments or the conservation of samples on the International Space Station.

Stéphane Lessi, Sales and Marketing Director

## ::: Dans l'Actu

## Les technologies de l'air ont les pieds sur terre

Certaines technologies développées pour l'aéronautique ont largement fait leurs preuves dans les airs : les générateurs d'oxygène OBOGS et d'azote OBIGGS d'Air Liquide Advanced Technologies équipent des avions de chasse – Rafale et Mirage 2000 de Dassault, F35 de Lockheed Martin –, les avions d'entraînement – M346 d'Alenia Aermacchi et L159 d'Aero Vodochody – et des avions de transport militaire – C27J d'Alenia Aeronautica, A400M d'Airbus, le C295 d'Airbus Military et le C17 de Boeing (analyseur)... Aujourd'hui, ces technologies trouvent des débouchés plus « terre à terre » : la production d'oxygène pour les hôpitaux de campagne et l'évacuation sanitaire ou l'inertage de petits véhicules blindés.

### Des pilotes de chasse aux hôpitaux de campagne

La technologie PSA (Pressure Swing Adsorption) développée depuis 30 ans pour fournir de l'oxygène aux pilotes de chasse intéresse aujourd'hui le Service de Santé des Armées (SSA). Cette technologie a en effet servi à concevoir un module concentrateur d'oxygène destiné aux hôpitaux de campagne militaire (Cryoscope n° 44 p. 2-3).

En toute autonomie et en quantité illimitée, le module fournit de l'oxygène pour les situations d'urgence et permet également au SSA de remplir ses propres bouteilles sous pression. «Après le prototype livré en 2010 au Service de Santé des Armées à Orléans, deux modules ont rejoint le SSA depuis le début de l'année, pour partir en Afghanistan notamment, rapporte Christian Desille, responsable programme aéronautique. Quatre autres sont en cours de fabrication. En tout, sept containers seront produits.»

### Et l'inertage devient terrestre

Après avoir équipé des milliers de réservoirs d'avions et d'hélicoptères, pour les protéger des risques d'explosion, les OBIGGS pourraient bien servir à terre, à bord de véhicules terrestres. «Nous venons en effet d'être sélectionnés par la DGA (Direction Générale de l'Armement), lance François Saclier, responsable des produits d'inertage, pour l'étude et la réalisation d'un dispositif de génération d'azote pour l'inertage des réservoirs de carburant des Petits Véhicules Protégés (PVP). Ce projet est né d'une rencontre avec un constructeur de véhicules et la DGA sur le Salon du Bourget!»

Concrètement, Air Liquide Advanced Technologies va participer aux essais destructifs sur des réservoirs, équipés ou non d'OBIGGS, pour évaluer l'intérêt d'un tel système dans le cas de véhicules terrestres. Ces évaluations seront conduites sous la responsabilité de la DGA dans les centres d'essais étatiques. Les OBIGGS destinés à ces démonstrateurs seront conçus par Air Liquide Advanced Technologies qui participe à la mise en place des instruments de mesure et d'acquisition. À suivre...

## Hot News :::

## Down to earth technologies from the aerospace industry

Some technologies developed for the aerospace industry have largely proven themselves in the air: Air Liquide Advanced Technology's OBOGS oxygen and OBIGGS nitrogen generators are fitted to fighter aircraft – Dassault's Rafale and Mirage 2000, Lockheed Martin's F35 –, trainer aircraft – Alenia Aermacchi's M346, Aero Vodochody's L159 – and military transport planes – Alenia Aeronautica's C27J, Airbus's A400M, Airbus Military's C295 and Boeing's C17 (analyser)... Now these technologies are finding more grounded applications: producing oxygen for field hospitals and medical evacuations or inerting systems for small armoured vehicles.

### From fighter pilots to field hospitals

Developed in the past 30 years ago to supply oxygen to fighter pilots PSA (Pressure Swing Adsorption) technology is now serving the Military Health Service. It has been used to design an oxygen concentrator module for military field hospitals (Cryoscope 44 p.2-3).

The completely autonomous unit can produce unlimited oxygen for emergency treatment and can be used by the Military Health Service to refill its own oxygen bottles. Aerospace project manager, Christian Desille, said, "After the prototype was delivered to the Military Health Service in Orléans in 2010, we delivered two more modules to the service since the beginning of the year, notably to be used in Afghanistan, and four more are under construction. In total we will produce seven containers."

### Inerting systems go terrestrial

After being fitted to the fuel tanks of thousands of helicopters and aircraft, to protect them from the risk of explosions, OBIGGS may have found a use on the ground, onboard ground vehicles. Inerting systems product manager, François Saclier, said, "We were selected by the DGA (Direction Générale de l'Armement) to study and produce a device to generate nitrogen to inert the fuel tanks of the French army's small protected vehicle (Petits Véhicules Protégés - PVP). The project is the result of an encounter with a vehicle manufacturer and the DGA at Le Bourget Exhibition!" Air Liquide Advanced Technologies will participate in destructive testing of fuel tanks, with and without OBIGGS, to evaluate the use of such a system on board. The tests will be carried out under the responsibility of the DGA in government test centres. The OBIGGS destined for the tests are being prepared by Air Liquide Advanced Technologies, which is assisting with the installation of the necessary instrumentation and sensors.

To be continued...



Le module concentrateur d'oxygène d'Air Liquide a rejoint le Service de Santé des Armées.  
The Air Liquide oxygen concentrator at the Military Health Service.

SUPRACONDUCTIVITÉ

# Retour sur le futur d'une centenaire

Si le site d'Air Liquide Advanced Technologies est basé à Sassenage, il le doit en grande partie aux activités de recherche sur la supraconductivité à Grenoble. À l'occasion du 100<sup>e</sup> anniversaire de sa découverte, retour sur le parcours d'une centenaire pleine d'avenir et de ses liens avec les activités d'Air Liquide Advanced Technologies.

En 1911, Kamerlingh Onnes découvrait la supraconductivité dans son laboratoire de Leyden aux Pays-Bas. Le physicien avait observé qu'à une température proche du zéro absolu (-269 °C), la résistance électrique du mercure disparaît. Kamerlingh Onnes n'en était pas à son coup d'essai. Il avait déjà été le premier à liquéfier l'hélium en 1908. La supraconductivité est l'un des rares exemples où la physique quantique s'applique à grande échelle. Cette propriété repose sur l'existence d'une force attractive entre les électrons, qui perdent leur caractère individuel à très basse température. Ils s'allient par paires pour former un nouvel état collectif, constitué d'une onde quantique unique : la résistance électrique disparaît. Vingt ans plus tard, des recherches révèlent une autre propriété surprenante des matériaux supraconducteurs. Ils expulsent les champs magnétiques qu'on veut leur imposer. C'est ce que l'on appelle l'effet Meissner.

### Grenoble au cœur du froid

La supraconductivité à Grenoble trouve ses origines dans les années 1940, quand des scientifiques strasbourgeois rejoignent l'Isère pour fuir la zone occupée. Parmi eux, Louis Néel, futur prix Nobel. « Grenoble a été pionnière dans la conception de machines cryogéniques nécessaires à la supraconductivité, avec Albert Lacaze, élève de Louis Néel et, comme son professeur, consultant pour Air Liquide, rapporte Pascale Dauge, responsable marché scientifique. À partir des années 1960, Air Liquide a industrialisé ces liquéfacteurs d'hélium et a fait évoluer la technologie. La création en 1962 du Centre d'Etudes Cryogénique de Sassenage, aujourd'hui Air

Liquide Advanced Technologies, est probablement l'une des conséquences de cette collaboration. »

Jean-Claude Villard, ancien d'Air Liquide Advanced Technologies, a développé la technologie-clef des liquéfacteurs d'hélium : les turbo-détendeurs hélium à pallier gaz statique. Guy Gistau a également joué un rôle essentiel, en remplaçant les compresseurs à pistons par des compresseurs à vis lubrifiées. C'est lui aussi qui a mis au point le cryo-réfrigérateur automatique HELIAL en 1980.

« L'une des premières applications de la supraconductivité est la technologie des grands accélérateurs, poursuit Pascale Dauge. Grâce aux propriétés supraconductrices, la consommation électrique nécessaire à la génération des champs magnétiques du CERN, qui guident les particules dans l'accélérateur LHC, est largement diminuée. » Dès 1975, Air Liquide Advanced Technologies fournit un réfrigérateur 130 W à 4,4 K au CERN. De nombreux autres dispositifs cryogéniques beaucoup plus puissants ont été ensuite livrés.

### Coup de chaud pour la supra

En 1986, coup de théâtre : une nouvelle famille de supraconducteurs, les cuprates, est découverte au laboratoire de recherche IBM de Zurich. Leurs propriétés supraconductrices s'expriment à des températures « élevées ». « «Élevé» est exagéré, note Pascale Dauge. Le record de température de passage à l'état supraconducteur par un cuprate ne dépasse pas 138 K (-135 °C). »

Néanmoins, ces nouveaux supraconducteurs ouvrent une voie : celle du transport d'électricité haute tension.

SUPERCONDUCTIVITY

# A century of progress

The location of Air Liquide Advanced Technologies' Sassenage site was chosen in large part due to groundbreaking superconductivity research in Grenoble. On the occasion of the 100th anniversary of its discovery Cryoscope is tracing the story of a technology with a bright future and its links with Air Liquide Advanced Technologies' activities.

In 1911, Kamerlingh Onnes discovered superconductivity in his laboratory in Leyden, Netherlands. The physician observed that at a temperature close to absolute zero (-269°C), mercury's electrical resistance disappears. Kamerlingh Onnes was no stranger to discovery. He had already been the first to liquefy helium in 1908. Superconductivity is a rare example of quantum physics applying to a large scale. This property rests on the existence of an attractive force between electrons, which lose their individual character at very low temperatures. They group by pairs to form a new collective state, a unique quantum wave in which electrical resistance disappears. Twenty years later, research revealed another surprising property of superconductors. They

expulse magnetic fields imposed on them, which is called the Meissner effect.

### Grenoble at the heart of cold

Superconductivity research took root in Grenoble when several scientists from Strasbourg went to the Isère region to escape the zone occupied by the Germans. Among them was future Nobel Prize for Physics winner, Louis Néel. Pascale Dauge, scientific market manager, said, "Grenoble was a pioneer in the development of the cryogenic machines needed for superconductivity, helped by Albert Lacaze, Louis Néel's pupil and a consultant for Air Liquide Advanced Technologies, like his professor before him. From the 1960s Air Liquide industrialised these helium liquefiers and advanced the technology. In 1962 the creation of the Centre d'Etudes Cryogénique de Sassenage (Sassenage Cryogenic Study Centre) now called Air Liquide Advanced Technologies, is probably one of the consequences of that working relationship."

Si les câbles électriques étaient supraconducteurs, les pertes d'énergie seraient minimales, et l'on pourrait transporter quatre fois plus de courant dans une même section de câble. « À Long Island (États-Unis), un projet a été réalisé en 2008 : LIPA, où 600 m de câbles alimentent 300 000 foyers, dit Pascale Dauge. Pour refroidir ces câbles, nous avons fabriqué un réfrigérateur 6 kW à 65 K (-196 °C) et six cryostats de terminaison pour la liaison entre le réseau résistif et le câble supraconducteur. »

Sur le marché électrique, d'autres applications émergent, comme celles de limiteurs de courant de défaut pour les postes de transformation de réseaux d'électricité. Le projet européen Eccoflow (cf. encadré à gauche), auquel participent Air Liquide Advanced Technologies et l'institut Néel, prévoit justement la conception de « maxifusibles », bientôt installés en Slovénie et sur l'île de Majorque.



Le projet LIPA a été le premier réseau électrique à exploiter des supraconducteurs.  
The LIPA project was the first power network to use superconductors.

Contact  
pascalle.dauge@airliquide.com

### UNE EXPO GRAND PUBLIC POUR LÉVITER !

Hors des sphères scientifiques, la supraconductivité est peu connue. Pour faciliter l'accès du grand public à cette science aux visées médicale et énergétique, le Centre de Culture Scientifique Technique et Industrielle de Grenoble et le CNRS organisent une exposition « Quand la science vous fait léviter », à l'occasion du 100<sup>e</sup> anniversaire de la supraconductivité. L'événement, dont Air Liquide Advanced Technologies est partenaire, propose des « supra-visites », des expérimentations ludiques et des découvertes d'applications du quotidien.

\*Une « supra-visite » est organisée avec Fabien Durand qui apporte sa vision industrielle sur le sujet.



### ECCOFLOW : LES PROMESSES DES « MAXIFUSIBLES »

Eccoflow est ambitieux. Le projet européen prévoit de concevoir d'énormes disjoncteurs pour couper les lignes électriques haute tension en cas d'incident.

Le principe : des bobines supraconductrices sont placées dans des cryostats refroidis. En cas de court-circuit, le courant augmente et la bobine perd sa qualité supra. Elle devient alors résistive et limite instantanément le courant à une valeur acceptable par le réseau. L'avantage de ces limiteurs de courant réside aussi dans leur souplesse d'utilisation : on peut diminuer l'ampérage du courant, sans le couper totalement.

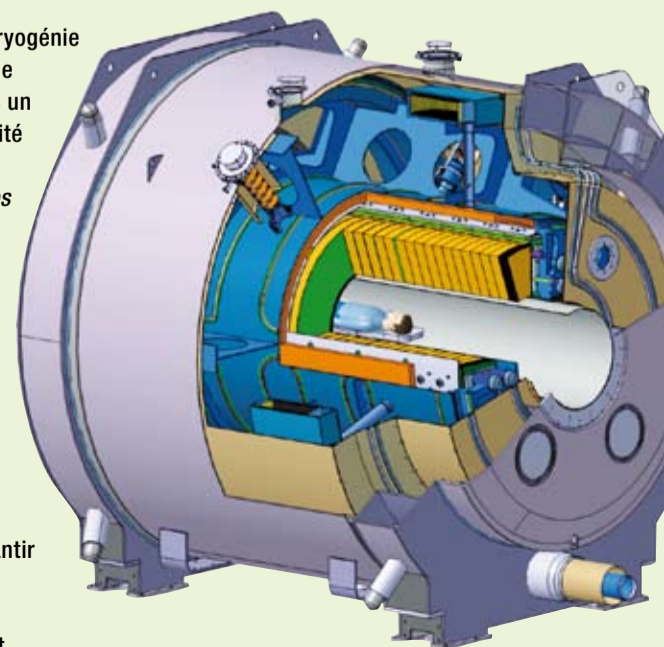
Pour Eccoflow, Air Liquide Advanced Technologies construit l'ensemble du système cryogénique, qui sera testé sur les réseaux de Palma de Majorque (Espagne) et de Košice (Slovaquie). « Nous devons être attentifs à l'isolation des cryostats, pour qu'ils ne consomment pas trop d'énergie, confie Fabien Durand, chef du projet. Dans cette perspective, nous nous servons de notre expérience acquise avec le projet LIPA aux États-Unis. »

### VOIR AU CŒUR DU CERVEAU AVEC LA SUPRA

Entre le CEA et Air Liquide Advanced Technologies, les premières collaborations en cryogénie datent des années 1970. L'une des dernières est aussi l'une des plus remarquables : le centre du CEA d'imagerie cérébrale en champ intense, Neurospin, démarrera en 2013 un aimant supraconducteur « corps entier » générant un champ magnétique d'une intensité et d'une homogénéité inégalées.

« Les machines cryogéniques d'Air Liquide Advanced Technologies sont indispensables à nos recherches, rappelle Philippe Brédy, chef du Laboratoire de Cryogénie et Station d'Essais du Service des Accélérateurs et de Cryo-Magnétisme (SACM) du CEA de Saclay. Le SACM avait participé à l'étude et à la mise en œuvre des aimants des expériences Atlas et CMS du LHC au CERN. Cette expertise, associée à celle d'Air Liquide Advanced Technologies, permet aujourd'hui à nos équipes de travailler main dans la main pour améliorer la qualité des images IRM du cerveau et pour mieux en comprendre le fonctionnement et les dysfonctionnements, comme la maladie d'Alzheimer. Air Liquide Advanced Technologies va fabriquer un liquéfacteur d'hélium, qui produira la puissance froide de l'aimant supraconducteur Iseult de Neurospin. »

Ce liquéfacteur est la première réalisation d'Air Liquide Advanced Technologies dans le domaine de la supraconductivité médicale, mais pas l'une des moindres. Pour garantir la stabilité et l'homogénéité de l'aimant Iseult et aussi assurer le fonctionnement de l'imager à la fréquence de 500 Mégahertz, il faudra que le champ magnétique et la puissance de réfrigération soient produits en continu. C'est l'un des défis de ce projet.



Philippe Brédy, responsable du design cryogénique du projet Iseult, et son adjoint, Hervé Lannou.

Philippe Brédy project Iseult cryogenic design manager and his assistant manager, Hervé Lannou.

One of the pioneers of Air Liquide Advanced Technologies, Jean-Claude Villard, developed the key technology of the helium liquefiers: helium turbo-expanders on static gas bearings. Guy Gistau was another essential player in the development of helium liquefiers and replaced the piston compressors with lubricated screw compressors. In 1980, he set up the first automatic HELIAL cryo-refrigerator. Pascale Dauguet said, "One of the foremost applications of superconductivity is the technology for large particle accelerators. Thanks to its properties the electricity consumption necessary to generate the magnetic fields at CERN, which guide the particles in the LHC accelerator, is significantly reduced." As early as 1975, Air Liquide Advanced Technologies supplied a 130 W at 4.4 K refrigerator to CERN and since then it has supplied many much more powerful pieces of cryogenic equipment.

**Heat wave for the cool conductor**

In 1986, a surprising turn of events: a new family of superconductors, the cuprates, was discovered in the IBM laboratory in Zurich. Their superconducting properties can appear at 'high' temperatures. Pascale Dauguet said, "High is exaggerated, because cuprates have never made the transition to a superconducting state at a temperature higher than 138 K (-135°C)."

Nevertheless, these new superconductors opened a critical path: that of high voltage electricity transmission. If electrical cables could be superconductors then energy losses would be minimal, and cables could carry four times more current in one section of cable. Pascale Dauguet said, "In Long Island (USA), a project was completed in 2008: LIPA. It can power 300,000 homes per 600 m of superconducting cable. To cool these cables, we designed a 6 kW at 65 K (-196°C) refrigerator and six terminating cryostats for the

connection between the resistive network and the superconducting cable."

Other applications are emerging on the electricity market, such as limiting the current in the event of a fault for electricity network transformer stations. The European project Eccoflow (See Box below), in which Air Liquide Advanced Technologies and the Néel Institute are taking part, plans the conception of superconductor "maxifuses", that will be soon installed in Slovenia and the island of Mallorca.

::: Contact  
pascale.dauguet@airliquide.com

**::: ECCOFLOW: THE PROMISE OF "MAXIFUSES"**

Eccoflow is ambitious. The European project plans to develop huge circuit breakers to cut high voltage power lines in case of an incident. The principle is that superconducting coils are placed in cooled cryostats. When a short circuit occurs, the current increases and the coils lose their superconducting quality. They become resistive and instantly limit the current to an acceptable value by the network. The advantage of these current limiters also lies in their versatility: it is possible to reduce the amperage of the current, without cutting it completely. Air Liquide Advanced Technologies is building the entire cryogenic system for Eccoflow, and it will be tested on the Palma de Mallorca (Spain) and Košice (Slovakia) networks. Project manager, Fabien Durand, said, "We must be particularly attentive to the isolation of the cryostats, so that they do not consume too much energy. In this perspective we use our experience with the LIPA project in the US."



câbles supraconducteurs. rconducting cables.

**::: A PUBLIC EXHIBITION OF LEVITATION!**

Superconductivity is not well known outside of the scientific sphere. To bring the public into this science aimed at medical science and energy, the Centre de Culture Scientifique Technique et Industrielle de Grenoble (Grenoble Cultural Centre for Science and Industry) and the CNRS organised an exhibition entitled "When science makes you levitate", on the 100th anniversary of the discovery of superconductivity. The event, in which Air Liquide Advanced Technologies is a partner, offers "super-visits"\*, playful experiments and discovery of daily applications.

\*A "super-visit" is organised by Fabien Durand who will present his industrial view of the subject.

**::: LOOKING INTO THE HEART OF THE BRAIN WITH SUPERCONDUCTORS**

Cryogenics collaborations between CEA and Air Liquide Advanced Technologies started in the 1970s. One of the latest is also one of the most remarkable: the CEA centre of high field brain imaging, Neurospin, set to start in 2013 a 'whole-body' superconducting magnet generating a magnetic field of unmatched intensity and consistency. Philippe Brédy, chief of the Laboratory of Cryogenics and Station Service Test Accelerator and Freeze-Magnetism (SACM) at Saclay's CEA, said, "Air Liquide Advanced Technologies' cryogenic machines are essential to our research. The SACM has already participated in the study and implementation of magnets in the Atlas and CMS experiments at CERN's LHC. This expertise, combined with that of Air Liquide Advanced Technologies, enables our teams to work together on a project that aims to improve the quality of MRI images of the brain, to better understand its function and dysfunctions, Alzheimer's disease. Air Liquide Advanced Technologies will produce a helium liquefier, which will produce the cold power for the superconducting magnet Neurospin Isolde." This liquefier is Air Liquide Advanced Technologies' first achievement in the medical superconductivity field, and a substantial one. To ensure stability and homogeneity of this magnet and allow the smooth operation of the imager at a frequency of 500 MHz, the magnetic field and the refrigeration power will have to be produced continuously. This is one of the challenges of this project.

CHINE

**Chambre froide pour satellites**

Dans l'espace, le froid est intense. Pour tester les satellites au sol avant leur lancement, il est indispensable de reproduire ce froid. « C'est la seconde fois qu'un institut chinois dédié au spatial nous sollicite pour alimenter en froid une chambre de simulation, note Yannick Dupont, responsable commercial du projet. En revanche, c'est la première installation clé en main complète que nous réalisons en Chine. Pour ce projet, nous allons fournir au CAST (China Academy of Space Technology) un réfrigérateur hélium HELIAL, qui produira 1 000 W à 20 K. » 20 K, c'est beaucoup plus chaud que la température de l'hélium liquide (4 K)! Cet HELIAL ne sera donc pas classique : non seulement il ne comportera qu'une turbine au lieu de deux, mais en plus il pourra faire varier sa puissance de réfrigération (jusqu'à 2 000 W pour une température de 80 K). « Cette caractéristique intéresse notre client, précise Yannick Dupont. Il pourra ainsi réaliser des essais à différentes températures. » Pour piloter la partie chinoise de cette installation, un chef de projet, Wang Peng, a été recruté par Advanced Technologies China. L'HELIAL est prévu pour être livré en juin 2012 et démarré en septembre.

CHINA

**Cold chamber for satellites**

In space, the cold is intense. To test satellites on the ground before launch, reproducing this cold is indispensable. Project sales manager, Yannick Dupont, said, "This is the second time that a Chinese space institute is asking us to supply the cooling for a simulation chamber. But it is the first complete turnkey installation we are doing in China. For this project, we will supply CAST (China Academy of Space Technology) with a HELIAL helium refrigerator that will produce 1,000W at 20K." 20K is much warmer than the temperature of liquid helium (4K)! This HELIAL will be non-standard: not only does it have one turbine instead of two but it can vary its refrigeration power (down to 2,000 W for a temperature of 80K). Yannick Dupont said, "Our client is interested in this characteristic, because it will permit experiments at various temperatures." To test the Chinese part of the project, one project manager, Wang Peng, was recruited by Advanced Technologies China. The HELIAL is set to be delivered in June 2012 and start work in September.



Un premier HELIAL, produisant 700 W à 20 K, (Cryoscope 30 p.4-5) avait été livré en 2004 en Chine pour la chambre de simulation spatiale de SISE (Shanghai Institute for Satellite Engineering). Le prochain HELIAL produira 1 000 W à 20 K pour la chambre de simulation spatiale de 100 m³ (8mx4mx4m) du CAST. An earlier HELIAL, producing 700W at 20K, (Cryoscope 30 p.4-5) was delivered to China in 2004 for the space simulation chamber belonging to SISE (Shanghai Institute for Satellite Engineering). The next HELIAL will produce 1,000W at 20K for CAST's 100m³ (8mx4mx4m) space simulation chamber.

JAPON

**L'hydrogène a le vent en poupe**

Au Japon, l'heure est à l'énergie hydrogène « vert », à l'instar d'Air Liquide Advanced Technologies qui utilise de l'hydrogène issu de la biomasse. SAGA (du nom de la préfecture de Saga au sud du Japon), la nouvelle station hydrogène portable conçue et construite par Advanced Technology Japan avec Air Liquide Advanced Technologies, sera entièrement alimentée par de l'hydrogène produit à partir de restes de bois inutilisés, issus de l'entretien des arbres des montagnes boisées du Japon. Installée dans un conteneur standard ISO 40 pieds (12 mètres), la station 350 bar SAGA peut ravitailler deux véhicules en même temps et remplir un réservoir de 155 litres en dix minutes seulement. Dotée de trois cuves de 250 litres, la station portable peut être déployée par camion. « Alors que le marché

de ravitaillement en hydrogène est en plein développement au Japon, souligne Megumi Eto, du département Hydrogène d'Advanced Technology Japan, la première vague de stations ne suffira pas à combler les besoins. Cette station de remplissage mobile peut alors être transportée à travers le pays, pour répondre rapidement à la demande. Ainsi, une fois le réseau permanent étendu, SAGA sera transférée de part et d'autre du Japon selon les besoins. »

Advanced Technology Japan est à la pointe du réseau des nouvelles énergies en développement au Japon. La filiale vient d'achever la construction d'une nouvelle station hydrogène fixe. Commandée par JX-Nippon Oil & Energy Corporation, la compagnie pétrolière leader au Japon, pour HySUT (Association de recherche pour l'approvisionnement et l'utilisation de la technologie hydrogène), cette station va approvisionner le premier bus à pile à combustible pour transporter les passagers du centre de Tokyo aux aéroports de Haneda et Narita. Et d'autres projets bio-hydrogène sont en cours : Advanced Technology Japan travaille actuellement sur un épurateur de biogaz, capable de produire de l'hydrogène pur à partir des eaux usées.



Megumi Eto, ici devant la station hydrogène SAGA, se passionne pour l'économie de l'énergie hydrogène. Elle se rendra prochainement à Sassenage pour 2 ans afin d'en apprendre davantage au sujet de l'ingénierie et du marketing de l'hydrogène.

Megumi Eto, here standing in front of the SAGA hydrogen station, is passionate about the hydrogen economy and will soon move to Sassenage to learn more about hydrogen engineering and marketing for two years.

JAPON

**Hydrogen on the move**

Hydrogen energy in Japan is becoming sustainable as Advanced Technologies starts using hydrogen gasification of bio-mass. SAGA (named for the Saga Prefecture in South Japan) – a new portable hydrogen station designed and built by Advanced Technology Japan with Air Liquide Advanced Technologies – will be entirely fueled by hydrogen made from waste wood collected after trimming the trees on Japan's forested mountains. Enclosed in an ISO-standard 40-foot container the 350-bar SAGA hydrogen station can refuel two vehicles at once and can fill a 155-litre fuel tank in just ten minutes. The portable refilling station has three 250-litre tanks and can be deployed by truck. Megumi Eto of Advanced Technology Japan's Hydrogen department said, "As the market for hydrogen refuelling expands the first wave of filling stations will not be sufficient. This portable

refuelling station can be moved around the country to rapidly respond to demand. When the permanent network is expanded the portable station will be moved into the countryside."

Advanced Technology Japan is at the forefront of the new energy network, it has just completed a new fixed hydrogen station commissioned by JX-Nippon Oil & Energy Corporation, Japan's leading oil company for HySUT (The Research Association of Hydrogen Supply/Utilization Technology), which will refuel the first fuel cell bus to carry passengers from Tokyo to the Haneda and Narita airports. And more bio-hydrogen projects are in the pipeline, Advanced Technology Japan is working on a biogas purifier that will extract pure hydrogen from sewage.

AÉRONAUTIQUE

# Vannes (électroniques) en série

À l'heure où le 100<sup>e</sup> équipement pour le programme JSF est livré, la production de vannes électroniques de régulation entre dans sa phase industrielle. En projet à partir de 2012 : la fabrication, pour la prochaine décennie, de 6 500 vannes de régulation, parmi les quelque 11 000 vannes motorisées destinées aux équipements aéronautiques d'Air Liquide Advanced Technologies ! Pour relever le défi de cette montée en puissance, le design des vannes s'est perfectionné et les procédés vont s'automatiser.

Qu'est-ce qui différencie les vannes de régulation d'Air Liquide Advanced Technologies des concurrentes ? L'électronique. « Très tôt, il y a 30 ans, Air Liquide a fait le défi de l'audace, rapporte Jean-Michel Cazenave expert en aéronautique. Le choix d'une technologie électronique présente de multiples atouts face aux vannes pneumatiques. En intégrant l'intelligence au cœur du système, nous avons conçu un dispositif plus réactif. Nous avons dissocié les commandes de puissance de la partie gaz à délivrer, ce qui offre plus d'autonomie et de flexibilité. » La vanne électronique autorise également des plages de pressions d'alimentation en gaz très larges : de 0,1 à 5 bar (vs 1 à 5 bar pour les vannes pneumatiques). Cette gamme étendue de pressions permet notamment de se rapprocher des conditions réelles d'alimentation fournies par les systèmes de génération d'oxygène embarqués (OBOGS). Et ce n'est pas tout ! Grâce à l'électronique dans la vanne, il est possible de surveiller le fonctionnement des ensembles en vol et de les tester sur commande (tests d'intégrité). Particulièrement intéressant pour gérer la maintenance ! Pour en faire de même sur les vannes pneumatiques, il faut ajouter des capteurs. Par ailleurs, l'adaptabilité des systèmes au gré des besoins est plus simple. Il est en effet plus facile de changer des composants électroniques que de redimensionner un système pneumatique.

### Quand les challenges mènent à l'industrialisation

Récemment, la technologie des

vannes de régulation a évolué et s'est enrichie pour répondre à de nouveaux challenges.

Ainsi, pour le JSF, futur avion militaire américain de Lockheed Martin, Air Liquide Advanced Technologies fournit des ensembles de régulation d'oxygène et anti-G, pour satisfaire les besoins respiratoires des pilotes et assurer leur protection contre les accélérations.

Autre exemple : pour le jet d'affaires Gulfstream, les vannes électroniques de régulation auront la mission de couvrir les besoins en oxygène des passagers en cas de dépressurisation de la cabine. Ces vannes auront l'avantage de réguler finement les pressions de gaz en fonction de l'altitude de l'avion et donc des besoins des passagers.

### Un tournant !

Les programmes JSF et Gulfstream marquent un tournant dans l'histoire de la vanne électronique de régulation. D'abord parce que le design de l'ensemble n'a jamais été aussi perfectionné. Un exemple : en améliorant le débit bidirectionnel, les ingénieurs d'Air Liquide Advanced Technologies permettent aux pilotes de respirer comme s'ils ne portaient pas de masque, avec la sensation de respirer à l'air libre. Ensuite parce que le rythme de production des vannes s'accélère dès 2012. Dès 2011, le programme Gulfstream produit une centaine de vannes. Pour le JSF, ce sont 3500 vannes de régulation oxygène et anti-G prévues en 10 ans, de 2012 à 2022. Un premier jalon a été posé en juin 2010, lorsque Lockheed Martin, British Aerospace, Honeywell et Air Liquide Advanced Technologies se sont réunis pour partager leurs

vue sur l'industrialisation des systèmes. Dans la perspective de cette montée en puissance, Air Liquide Advanced Technologies s'est armée, dédiant un programme à l'industrialisation. Des outillages adaptés à une production en série sont actuellement développés. Aujourd'hui encore le réglage des vannes est manuel. Demain, il sera automatique. Ainsi, pour Gulfstream, le banc de tests automatique est opérationnel depuis début mai. L'intervention humaine se limitera à la seule mission d'expertise.

### Un investissement d'avenir

Au-delà des programmes JSF et Gulfstream, cet investissement industriel est essentiel pour toute l'activité aéronautique, où les applications se multiplient : vannes altimétriques, protection anti-G, régulation du débit d'azote pour inerte les réservoirs d'avions et... gonflage de coussinets pour les simulateurs de vol en Rafale. Les vannes de régulation ont réellement de belles perspectives d'avenir !



Les jets d'affaires Gulfstream vont emporter des vannes de régulation altimétriques. Gulfstream business jets will carry altimetry regulation valves.

AERONAUTICS

# Electronic valves enter mass production

When the 100th unit for the JSF programme is delivered the production of electronic regulation valves will enter the industrial phase. For the decade from 2012 the fabrication of 6,500 regulation valves is planned among the 11,000 motorised valves set to be used in the aeronautics equipment produced by Air Liquide Advanced Technologies. To meet the challenge of this increasing production, the design of the valves has improved and the processes will be automated.

The electronic component makes the difference between Air Liquide Advanced Technologies' regulation valves and those of the competition. Jean-Michel Cazenave, aerospace expert, said, "Very early, 30 years ago, Air Liquide rose to the challenge. The choice of electronic technology has a few aces when compared to pneumatic valves. By bringing intelligence into the heart of the system, we designed a more reactive device. We separated the power controls from the gas delivery part – which offers more autonomy and flexibility." The electronic valve also allows very large ranges of gas supply pressure: 0.1-5 bar (vs. 1-5 bar for pneumatic valves). The range of possible pressures permits the valves to approach the real supply conditions for the on board oxygen generating systems (OBOGS). But that's not all! Thanks to the electronics in the valve, it is possible to monitor the performance of the sets in flight and to test them on command (integrity tests). That is particularly useful when it comes

to managing maintenance. To do the same with pneumatic valves, a sensor must be added. Furthermore, electronic valves are more easily adapted as needed. It is simpler to change electronic components than it is to resize a pneumatic system.

### When challenges lead to industrialisation

Recently, the regulation valve technology has evolved and enriched to respond to new challenges. Thus, for the JSF, the future US military aircraft from Lockheed Martin, Air Liquide Advanced Technologies provides sets of oxygen regulation and anti-G equipment, to satisfy the respiratory needs of pilots and protect them against acceleration.

In another example, Gulfstream business jets will use electronic regulation valves to cover the oxygen needs of the passengers in the event of cabin depressurisation. These valves offer the advantage of being able to finely regulate the gas pressure according to the altitude of

the airplane and therefore the needs of the passengers.

### A turning point!

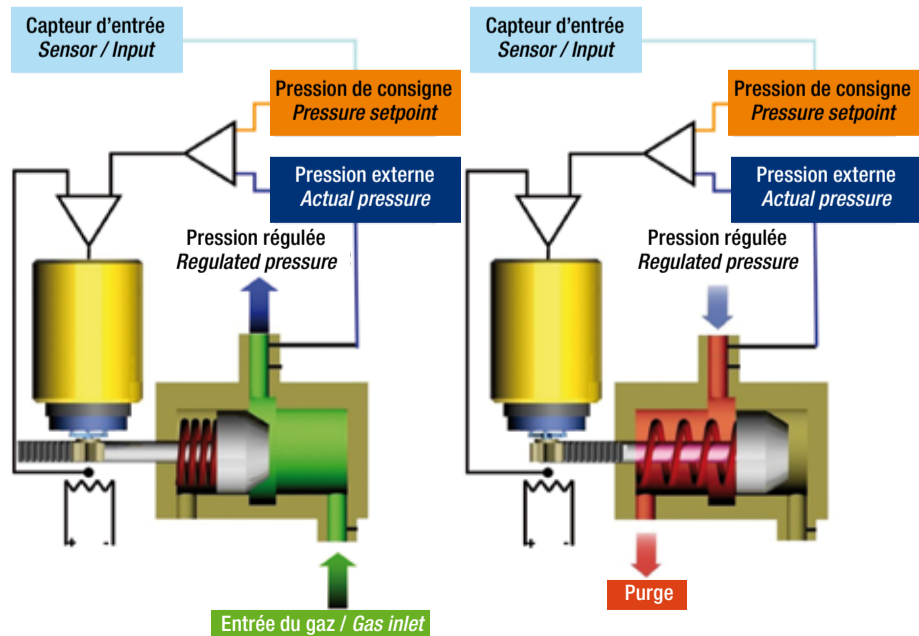
The Gulfstream and JSF programmes represent a turning point in the story of the electronic regulation valve. First because the design of the set has never been so finely tuned. By improving the bidirectional flow the Air Liquide Advanced Technologies engineers have allowed the pilots to breathe as if they didn't have a mask on, with the sensation of breathing free air. But also because the production rhythm will accelerate in 2012. Since 2011, the Gulfstream programme produces one hundred valves. For the JSF 3,500 oxygen and anti-G regulation valves are expected within ten years, from 2012 to 2022. A first milestone was reached in June 2010 when Lockheed Martin, British Aerospace, Honeywell and Air Liquide Advanced Technologies came together to share their views on the industrialisation of systems. In anticipation of this increased workload, Air Liquide Advanced Technologies has begun preparations, with a programme of industrialisation. Tools adapted to mass production are currently being developed. At the moment the valves are adjusted manually, soon they will be set automatically. The automatic test bench for Gulfstream will be operational from the beginning of May. Human intervention in the production process will be limited to supplying the expertise.

### An investment for the future

Beyond the JSF and Gulfstream programmes, this industrial investment is essential for the all aeronautics activity, where applications are multiplying: altimeter valves, anti-G protection, regulation of the nitrogen flow to inert airplane fuel tanks and even inflation of cushions for Rafale flight simulators. Regulation valves have a bright future, full of possibilities!

::: Contact  
jean-michel.cazenave@airliquide.com

## PRINCIPE DE LA RÉGULATION ÉLECTRONIQUE DE LA PRESSION / PRINCIPLE OF ELECTRONIC PRESSURE REGULATION



Le principe adopté par la régulation électronique est celui d'un asservissement de position. L'électronique mesure en permanence la pression externe, qu'elle compare à la pression de consigne. Cette pression de consigne est définie en fonction de mesures (par exemple, l'altitude de vol) ou des informations d'entrée (Sensor/Input). En réponse, la commande de puissance agit sur l'ouverture de la vanne et donc le débit du gaz en alimentation (si « actual pressure < setpoint pressure ») ou en purge (si « actual pressure > setpoint pressure »).

The principle adopted by the electronic regulation is that of a position control. Electronics continuously measures actual pressure, that it compares with the set pressure. The pressure setpoint is defined according to measurements (for example the altitude of a flight) or the information entered (sensor or input). In response, the throttle acts on the opening of the tank valve and on the gas supply flow (if « actual pressure < setpoint pressure ») or its purging (if « actual pressure > setpoint pressure »).

THERMIQUE

# Des calculs aux développements techniques

Les ingénieurs d'Air Liquide Advanced Technologies n'ont pas vocation à réaliser de la thermique pure. Mais quand les enjeux le nécessitent, ils effectuent des études thermiques et mécaniques poussées avant de s'engager dans des développements techniques. Illustration avec Patrick Bravais, expert sur le sujet à Sassenage.

## Dans quel cadre travaillez-vous en amont de vos applications ?

**P. B. :** Air Liquide Advanced Technologies est un site dédié aux technologies du futur. Si nos recherches visent toujours des applications, nous travaillons parfois très en amont des réalisations. Dans ce cadre, Air Liquide Advanced Technologies développe des projets de Recherche et Technique (R&T). Ainsi, nous étudions, par exemple, depuis plusieurs années déjà, la faisabilité d'un étage cryogénique avec un moteur capable de se rallumer, pour la fusée Ariane 5 Midlife Evolution, prévue pour être lancée d'ici à 5 ans.

## Quelle est l'intervention d'Air Liquide Advanced Technologies dans ce projet ?

**P. B. :** Pour gagner en performance, la fusée Ariane devra pouvoir arrêter le moteur cryogénique principal de l'étage supérieur puis le rallumer. Mais après des heures en apesanteur dans les réservoirs, les ergols cryogéniques se dispersent, mouillent les parois et se vaporisent, chauffés par le soleil. Cette évaporation augmente la pression dans le réservoir. Une pression qu'il faut diminuer en évacuant l'ergol gazeux. Pour lutter contre cette perte de carburant, il nous faut mieux connaître le comportement des fluides cryogéniques en phase balistique. Avec le CNES, nous avons développé un modèle de simulation sur Fluent (*Cryoscope* 30 p. 8) pour prédire les phénomènes de microgravité et réalisé des essais réels en apesanteur (*Cryoscope* 42 p. 4-5). Nos calculs thermiques montrent que 300 kg d'hydrogène peuvent être ainsi perdus en 5 heures de phase balistique. La solution ? Un petit moteur qui « tasse » les fluides cryogéniques au fond des réservoirs. Nous avons calculé qu'une poussée de 10 Newtons (soit l'équivalent d'une force d'un kg sur terre) suffit pour empêcher les ergols de se disperser. Avec le propulseur, cinq heures en phase balistique nécessitent d'éliminer 50 kg d'hydrogène contre les 300 kg sans moteur.

## Ce moteur, comment fonctionne-t-il ?

**P. B. :** Il est à la fois simple et astucieux. Sa grande innovation, c'est que son fonctionnement est « gratuit » ! Explication : il utilise l'hydrogène et l'oxygène qui s'évaporent (juste la quantité dont il a besoin) et qui sont éliminés pour équilibrer les pressions dans les réservoirs. Ces gaz évaporés sont mélangés et envoyés dans un catalyseur, déclenchant une combustion. Celle-ci est convertie en accélération par l'intermédiaire d'une tuyère, puis en poussée... pour tasser les ergols au fond des réservoirs.

À la suite des simulations, le CNES a demandé à Air Liquide Advanced Technologies une étude pour tester des dizaines de catalyseurs et trouver le plus efficace. Des milliers d'allumages de mélange O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> en froid ont été nécessaires ! Puis nous avons repris les calculs thermiques et mécaniques pour dimensionner finement le moteur, pour qu'il soit à la fois léger et performant. D'autres études thermiques ont en outre été nécessaires pour évaluer la tenue en température d'un joint métallique essentiel au moteur, situé à proximité de la chambre de combustion, et pour évaluer les performances du moteur, notamment de sa tuyère. De nouveaux essais de combustion dans le vide avec mesure de poussée, nous ont alors permis de valider nos résultats numériques et de démontrer le bon fonctionnement de notre propulseur.

## Et en dehors du spatial, existe-t-il des projets où des calculs thermiques doivent nécessairement précéder les développements ?

**P. B. :** Oui, bien sûr. Nous réalisons également des simulations thermiques pour des équipements cryogéniques au sol lorsque les enjeux le nécessitent, à l'instar de ce que nous avons réalisé pour le CERN. Aujourd'hui, nous sommes d'ailleurs en cours d'étude pour le design des futures lignes cryogéniques d'ITER\* et notre expérience du CERN nous aide à pousser encore plus loin la précision des modèles.

\*ITER : International Thermonuclear Experimental Reactor



Patrick Bravais



Le petit propulseur imaginé par Air Liquide Advanced Technologies devrait permettre de réduire la perte d'ergols, grâce à une poussée longitudinale appliquée pendant une grande partie de la phase balistique.

The hot gas thruster developed by Air Liquide Advanced Technologies should limit the cryogenic boil-off masses applying a longitudinal acceleration, during the coasting phase.

THERMAL SCIENCE

# From calculation to technical developments

The engineers at Air Liquide Advanced Technologies don't usually do pure thermal science. But when required they can do extensive thermal and mechanical studies before technical development. Patrick Bravais, an expert on the subject at Sassenage, explains.

## In which condition do you work far in advance of your applications?

**P. B. :** Air Liquide Advanced Technologies is a site dedicated to technologies of the future. Even if our research is always aimed at applications, we do sometimes work far in advance of the realisation of the technology. In this framework, Air Liquide Advanced Technologies developed Research and Technique (R&T) projects. For example, for several years, we have been working on the feasibility of a cryogenic stage with a re-ignitable engine for the Ariane 5 Midlife Evolution rocket, set to be launched five years from now.

## What will be Air Liquide Advanced Technologies' input in this project?

**P. B. :** To improve performance, the Ariane rocket should be able to stop the upper-stage main cryogenic engine and then relight it. But after hours of weightlessness in the fuel tanks, the cryogenic propellants disperse, wet the walls, are heated by the sun and vaporise. The evaporation increases the pressure in the fuel tanks, which must be reduced by evacuating the gaseous propellants. To reduce this loss of fuel, we need to better understand the behaviour of cryogenic fluids in the coasting phase. We have developed a model on Fluent (*Cryoscope* 30 p.8) to predict the phenomenon of microgravity and we have done real tests in weightlessness with the CNES (*Cryoscope* 42 p.4-5). Our thermal science calculations show that 300 kg of hydrogen can be lost in 5 hours of the coasting phase. The solution? A small hot gas thruster that "packs" the cryogenic fluids at the bottom of the tank. We have calculated that a force of 10 newtons (the equivalent force of 1 kg on Earth) is enough to stop the propellants from dispersing. In five hours of the coasting phase, with the thruster, only 50 kg of hydrogen need to be evacuated compared to 300 kg without the engine.

## How does the thruster work?

**P. B. :** It is simple yet ingenious. Its greatest innovation is that it operates for "free!" It uses the hydrogen and oxygen that have evaporated (just as much as it needs) and that are eliminated to even the pressure in the tanks. The evaporated gases are mixed and sent to a catalyser, beginning combustion. The energy is converted into acceleration by passing through a nozzle then by pushing it packs the propellants in the bottom of the tank.

Following the simulations, the CNES asked Air Liquide Advanced Technologies for a study to test dozens of catalysers and find the most efficient. We needed to do thousands of ignitions mixing cold O<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>. Then we took up the thermal science and mechanical calculations to fine-tune the thruster's dimensions, so that it is both light and efficient. Other thermal studies were also needed to evaluate the temperature behaviour of a key metal seal in the thruster, located near the combustion chamber, and to evaluate thruster performance, including its nozzle. New tests of combustion in a vacuum with a force gauge validated our numerical results and demonstrated the proper functioning of our thruster.

## Are there any projects where thermal calculations must necessarily precede the development in overfields?

**P. B. :** Yes, certainly. We have also done thermal science simulations for cryogenic equipment on the ground when the situation requires it, for instance we have done work for CERN. Today, we are in the process of running a study into the design of future cryogenic lines for ITER\* and our experience of working for CERN has helped us further refine the precision of our models.

\*ITER: International Thermonuclear Experimental Reactor

::: Contact  
patrick.bravais@airliquide.com

## Deuxième jeunesse d'un banc d'essai spatial

Au début des années 1990, le banc d'essais BHL (Banc Hélium Liquide) a servi au développement et à la qualification du sous-système hélium liquide SSHEL\*.

Cette année, le BHL reprend du service pour réaliser des tests sur un SSHEL, suite à un nouveau design d'un élément essentiel du réservoir, la vanne de dégazage. «Après les travaux de remise en configuration du banc, intégrant évidemment les évolutions du SSHEL au cours de ces dernières années, explique Frédéric Ribas, responsable du centre d'essais, le banc sera opérationnel dès septembre 2011.» À partir de cette date, le BHL permettra d'enregistrer l'ensemble des mesures (pression, température, débit...) nécessaires à la bonne conduite des tests. «Cette nouvelle campagne d'essais nous permettra d'améliorer notre connaissance du comportement du SSHEL dans la phase finale de mise en œuvre, juste avant le tir, notamment dans le cas de fuite de la vanne, complète Frédéric Ribas, de manière à améliorer la disponibilité du lanceur (ou de manière à autoriser ou non le lancement).»

\*Le SSHEL est un réservoir destiné au maintien de la pression dans le réservoir d'oxygène de l'étage principal cryogénique d'Ariane 5.



## New life for space test bench

At the beginning of the 1990s, the cryogenic bench served the development and the qualification of the SSHEL\* liquid helium sub-system.

This year, the bench returns to service to carry out new tests on the SSHEL, following a redesign of an essential fuel-tank component, the degassing valve. Test centre manager, Frédéric Ribas, said, "After the work to reconfigure the bench, which included the evolutions of SSHEL over the past years, the bench will be operational in September 2011".

From that date, the bench will be able to save all the measurements (pressure, temperature, flow...) necessary for the tests. Frédéric Ribas said, "This new test campaign will let us improve our knowledge of the behaviour of the SSHEL in the final phase of the implementation, just before launch, particularly in the event of a leaky valve, to improve the availability of the launcher (or to authorise or postpone the launch)."

\*The SSHEL is a tank that maintains the pressure in the oxygen tank of Ariane 5's upper cryogenic stage.

## De l'hydrogène pour une mobilité verte

Air Liquide Advanced Technologies supportera HTEC (Hydrogen Technology and Electricity Corporation - North Vancouver au Canada) avec un nouveau concept de liquéfacteur d'hydrogène. «L'hydrogène servira notamment à approvisionner la flotte de 20 bus à pile à combustible utilisée par la ville de Whistler, en Colombie britannique», indique Yannick Rouaud, responsable commercial du projet.

Si les bus verts de Whistler ne rejettent que de l'eau, la source d'hydrogène sera elle aussi décarbonée. L'hydrogène liquide sera en effet produit par HTEC à partir d'un déchet de l'industrie chimique - le chlorate de sodium - qui jusqu'à présent, était brûlé pour être éliminé. «Air Liquide Advanced Technologies conçoit et

fabrique l'usine de liquéfaction d'hydrogène nécessaire à HTEC, poursuit Yannick Rouaud. Cet "HYLIAL" sera la première machine avec la capacité de 800 L d'hydrogène liquide par heure.» D'origine hydro-électrique, l'énergie qui permet à l'usine de liquéfaction de fonctionner, est, elle aussi, verte. «C'est la toute première référence industrielle de production d'hydrogène totalement sans émission de gaz à effet de serre et qui exploite un déchet potentiellement polluant», s'enthousiasme Yannick Rouaud.

L'hydrogène produit par HTEC à partir de la fin 2012 servira à d'autres applications pour des clients industriels de la côte ouest du Canada et des États-Unis.

## Hydrogen for green mobility

Air Liquide Advanced Technologies will support HTEC (Hydrogen Technology and Electricity Corporation - North Vancouver, Canada) with a new hydrogen liquefier concept. Yannick Rouaud, project sales manager, said, "The hydrogen will notably serve to supply the fleet of 20 fuel cell buses used by the town of Whistler in British Columbia".

The green buses in Whistler only emit water and the hydrogen source will be carbon free as well. The liquid hydrogen will be produced by HTEC from chemical industrial waste - sodium chlorate - which would otherwise be burnt.

Yannick Rouaud said, "Air Liquide Advanced

Technologies designed and built the hydrogen liquefaction factory that HTEC needed. This 'HYLIAL' will be the first machine with a capacity of 800L of liquid hydrogen per hour." The energy that runs the liquefaction factory is green too, sourced from hydroelectric projects. Yannick Rouaud said, "This is the first industrial benchmark for hydrogen production, without any greenhouse gases and that also exploits a potentially polluting waste product."

The hydrogen produced by HTEC from the end of 2012 will serve other applications for industrial clients on the west coast of Canada and in the US.



## OBIGGS : une première dans l'aviation civile!

Pour la première fois, les équipements OBIGGS\* d'Air Liquide Advanced Technologies viennent d'être sélectionnés pour le futur avion civil russe MC21.

Jusqu'à présent, les systèmes d'inertage étaient installés uniquement à bord des aéronefs militaires. Mais les réglementations évoluent : bientôt, l'aviation civile se dotera aussi d'OBIGGS. Déjà, aux États-Unis, la Federal Aviation Administration (FAA) exige la présence de systèmes d'inertage à bord des avions civils américains.

La différence entre les équipements civils et militaires? Pour le civil, la fiabilité et la robustesse de l'OBIGGS sont d'avantage mises à l'épreuve. En effet, un avion de ligne vole plus souvent qu'un aéronef militaire (3500 heures par an environ contre 500 à 1000 heures). Son coût cumulé durant son cycle de

vie doit aussi diminuer. Dans cette perspective, Air Liquide Advanced Technologies détient plusieurs atouts. Le premier : son logiciel ISA Soft (Cryoscope n° 46 p. 4), qui a permis de dimensionner et d'optimiser l'OBIGGS correspondant aux spécificités du MC21. Le second, c'est la longue expérience d'Air Liquide Advanced Technologies dans l'inertage qui contribue à une meilleure maîtrise des coûts de fabrication.

La phase d'étude est en cours et le premier prototype est attendu pour 2013. La production de série démarrera alors en 2015, pour une vingtaine d'années!

\*On Board Inert Gas Generating System. L'OBIGGS sert à injecter de l'azote dans les réservoirs des avions pour les protéger des risques d'explosion.

## OBIGGS: A civil aviation first!

For the first time Air Liquide Advanced Technologies OBIGGS\* equipment has been chosen for the future Russian civil airplane MC21.

Up till now, the inerting systems were only installed onboard military aircraft. But regulations are evolving: soon civil aviation will be sporting OBIGGS. In the US the Federal Aviation Administration (FAA) is demanding inerting systems on US civil airplanes.

The principal difference between the civil and military systems is that long-term reliability and robustness are put to the test in civil OBIGGS because an airliner flies much more often than a military aircraft (approximately 3,500 hours per year compared to 500-1,000 hours per year). The cumulative cost across its lifetime

must also be reduced. Air Liquide has several aces in hand to address these issues. The first is the ISA Soft application (Cryoscope 46 p.4) that can be used to resize and optimise OBIGGS to correspond to the specificities of the MC21. The second is Air Liquide Advanced Technologies' long experience of making inerting systems, which will contribute to the effort to control the construction costs.

The aircraft is being designed and the first prototype is expected in 2013. The commercial production will begin in 2015, and will continue for 20 years!

\*On Board Inert Gas Generating System. The OBIGGS injects nitrogen into plane fuel tanks to protect against a risk of explosion.

## Beaucoup de bruit pour l'espace!

Air Liquide Advanced Technologies conçoit actuellement un système de génération d'azote gazeux, destiné à alimenter les sirènes d'une chambre acoustique. L'objectif de ces sirènes est de simuler le son extrêmement fort - plus de 150 dB - généré lors du décollage des fusées, afin d'analyser l'effet du bruit sur les satellites embarqués. À l'origine de cette commande : Thales Alenia Space (TAS) à Cannes, société pour laquelle Air Liquide a déjà réalisé un équipement similaire en 2004. «Cette expérience, rappelle Stéphane Duval, Responsable produit spatial sol, a démontré les hautes performances de notre système de génération d'azote gazeux, notamment en termes de stabilité de pression (± 35 millibar), de débit (8,8 kg/s de GN2) et de température (± 1 °C).»

Le process du générateur de gaz conjugue la vaporisation d'azote liquide et le réchauffage du gaz dans un vaporisateur de type tubulaire à calandre remplie d'eau thermalisée. Le bruit est alors produit grâce au flux d'azote sous pression envoyé dans les sirènes. Le système de génération d'azote gazeux sera installé à Ankara à l'été 2012, sur le site du client final de TAS et sera opérationnel avant fin 2012. Air Liquide Advanced Technologies supervisera le chantier, participera à la mise en route de l'installation, et formera les utilisateurs et les personnels de maintenance en Turquie. Pour l'heure, sur le site de TAS à Cannes, nos équipes familiarisent déjà les collaborateurs de l'équipe projet turque avec le sujet.



## A big noise in aerospace!

Air Liquide Advanced Technologies is working on a nitrogen gas generation system to supply sirens in an acoustic chamber. The sirens are going to be used to simulate the extremely loud sound - more than 150 dB - generated when launchers take off, to analyse the effect of the noise on loaded satellites. The order was placed by Thales Alenia Space (TAS) in Cannes, a company for which Air Liquide has already built a similar piece of equipment in 2004. Stéphane Duval, product manager for ground-based space products, said, "This experiment demonstrated our system's high performance for nitrogen generation, notably its highly stable pressure (35 millibar), flow (8.8 kg/s GN2) and temperature (± 1°C)."

The gas generator combines the vaporisation of the liquid nitrogen and the reheating of the gas in a tubular vaporiser with a grill filled with heated water. The noise is produced thanks to the flow of pressurised nitrogen through the sirens. The nitrogen generation system will be installed on the site of TAS' final client, in Ankara in the summer of 2012 and will be operational before the end of 2012. Air Liquide Advanced Technologies will supervise the construction site, take part in the installation and startup, and train the users and the maintenance personnel in Turkey. On the Cannes site of TAS, our teams are familiarising the Turkish team with the details of the project.

Expérience réussie pour le vaporisateur d'azote liquide de la chambre acoustique de TAS à Cannes : un modèle pour le système destiné à la Turquie.

The liquid nitrogen vaporiser for the TAS acoustic chamber in Cannes was a success and is now serving as a model for the system destined for Turkey.