

AIR LIQUIDE SUPPORTEUR DE SOLAR IMPULSE

Air Liquide vient de s'engager dans le projet d'avion solaire Solar Impulse, en tant que supporteur officiel. « *Nous partageons avec les créateurs de Solar Impulse – Bertrand Piccard et André Borschberg – la volonté de développer des énergies plus propres*, a déclaré Pierre Étienne Franc, Directeur Air Liquide Advanced Business & Technologies Europe. *Fidèle à son esprit pionnier, Air Liquide a choisi d'apporter sa contribution à cette formidable aventure.* » Le Groupe apporte au projet son expertise et son savoir-faire technique dans la conception et la réalisation d'équipements, notamment un système de génération d'oxygène embarqué. Cet OBOGS* sera indispensable au pilote pour respirer au-delà de 3 000 mètres d'altitude, pendant le tour du monde de Solar Impulse prévu en 2015.

À suivre dans la prochaine édition du Cryoscope, qui abordera largement l'aventure de Solar Impulse, le premier avion solaire capable de voler jour et nuit sans carburant, ni émission polluante.

*On Board Generating System

AIR LIQUIDE, SOLAR IMPULSE SUPPORTER

Air Liquide has just joined the Solar Impulse project as an official supporter. "With the creators of Solar Impulse - Bertrand Piccard et André Borschberg -, we share the desire to develop cleaner energies", noted Pierre Étienne Franc, head of Air Liquide Advanced Business & Technologies Europe. "True to its pioneering spirit, the Air Liquide Group wanted to make a contribution to this incredible adventure."

The Group's contribution to the project is its expertise and technical knowhow in the design and production of equipment, in particular the onboard oxygen generating system.

This OBOGS* will enable the aircraft's pilot to breathe at altitudes above 3 000 meters during Solar Impulse's round-the-world trip planned for 2015.

The next issue of Cryoscope will feature a more detailed account of the adventure known as Solar Impulse, the first solar-powered airplane that is capable of flying day or night without fuel and without polluting the atmosphere.

*On Board Generating System



© Solar Impulse / J. Revillard

SOLARIMPULSE

AROUND THE WORLD IN A SOLAR AIRPLANE



OFFICIAL SUPPORTER

::: Parole d'experts

EXPERTISE ULTRAVIDE

10 000 jonctions sous la terre

Le Grand Collisionneur de Hadrons du CERN, le LHC, connaît sa première grande pause d'exploitation. Cette phase destinée à réaliser d'importants travaux de maintenance et d'amélioration, vise à préparer l'accélérateur à un nouveau cycle d'exploitation à plus haute énergie encore. L'occasion de présenter Air Liquide Cryogenic Services (ALCS), chargée d'effectuer le support industriel sur l'ultravide au CERN. Découverte avec Anne-Sophie Eschbach, sa Directrice, et Alain Grimaud, expert technique étanchéité d'ALCS.

Quelles sont les activités d'ALCS, filiale d'Air Liquide Advanced Technologies ?

Anne-Sophie Eschbach – ALCS a été créée en 1999 pour assurer les prestations de service au CERN. ALCS, constituée d'experts en étanchéité (COFREND 2 et 3), de mécaniciens du vide et d'étuveurs, intervient quotidiennement pour le compte d'Air Liquide Advanced Technologies, dans le cadre d'un consortium créé en 2003 avec 40-30, société de maintenance grenobloise.

Mais notre mission ne se limite pas au CERN. Pour Ras Laffan au Qatar, nous avons travaillé sur la partie vide de l'unité de purification et de liquéfaction d'hélium. Au Gabon, nous avons contrôlé l'étanchéité de réservoirs de transport de gaz pour les barges pétrolières. Plus près, à Fos sur Mer, nous sommes intervenus sur des réservoirs de stockage d'argon liquide. Nous avons aussi oeuvré sur le module d'énergie MESMA destiné aux sous-marins, etc. Pour tous ces projets, le champ d'actions d'ALCS est large : support à la conception, mise en service, exploitation, maintenance, formation, audit, optimisation d'installation et autres prestations de service. ALCS travaille en collaboration avec les équipes d'Air Liquide Advanced Technologies et assure une partie du support client en cryogénie, ainsi que dans d'autres domaines.

Précisément, pour le CERN, quelle est la mission d'ALCS lors de la phase d'arrêt ?

Alain Grimaud – Le « long shutdown 1 » du CERN a démarré en mars 2013 et durera jusqu'en septembre 2014, afin de permettre au LHC de faire peau neuve. Pour ALCS, cette pause technique représente une augmentation d'activité très importante. Notre effectif va être multiplié par trois, avec beaucoup de formation, de supervision et d'assistance technique. À 80 m sous la terre, pas moins de 10 170 soudures entre les 1 700 aimants du LHC seront contrôlés par ALCS. Tous les joints de l'accélérateur et de la ligne de distribution d'hélium liquide « QRL » seront consolidés et testés. Des disques de rupture seront montés pour optimiser la sécurité de l'accélérateur. Parallèlement, au niveau des sections droites du LHC (LSS), le chantier d'alignement des aimants devra être réalisé clé en main. Nos équipes d'étuveurs interviendront également pour atteindre un ultravide à 10^{-10} mbar autour des faisceaux de particules et un vide à 10^{-6} mbar au niveau des électro-aimants. Peu à peu, ces différentes activités de maintenance gagneront ainsi les 27 km de circonférence du LHC. Notre action s'étendra aussi à l'injecteur du Super Synchrotron à Protons (SPS), sur lequel nous remplacerons des aimants et des pompes ioniques. En surface, plusieurs équipes assureront la maintenance de groupes de pompage et de détecteurs de fuite. Elles aideront également le CERN à réaliser des dépôts NEG (Non Evaporable Getter) à l'intérieur des sections chaudes du LHC, destinés à renforcer le vide, et à valider l'instrumentation. Le travail est colossal et ces 18 mois ne seront pas trop longs pour exécuter l'ensemble de ces actions.

Le shutdown du LHC prendra fin en septembre : quelles sont les perspectives pour ALCS au-delà de cette mission ?

Anne-Sophie Eschbach – Dans le domaine du vide, nous souhaitons continuer à intervenir en maintenance préventive au CERN, et étendre ce type d'activités à d'autres clients en nous appuyant sur cette référence. Notre expertise en ultravide peut se révéler extrêmement utile dans de nombreux domaines, comme l'aéronautique et le spatial. Nous pourrions notamment valoriser notre savoir-faire dans le cadre du projet ITER (voir article page 6). Au sein d'ALCS, nous détenons toutes les compétences nécessaires et, surtout, une solide expérience. Enfin, « au-delà du vide », notre objectif est d'accompagner le développement d'équipements d'Air Liquide Advanced Technologies, en proposant des contrats de services (maintenance et pièces détachées, formation...), notamment pour le secteur des nouvelles énergies.



Anne-Sophie Eschbach et Alain Grimaud.
Anne-Sophie Eschbach and Alain Grimaud.

Experts report :::

ULTRA-HIGH VACUUM EXPERTISE

10 000 welded connections under the earth

CERN's LHC – otherwise known as the Large Hadron Collider – is taking its very first hiatus. This rest phase, whose purpose is to ensure that major maintenance work and upgrades are done, will prepare the accelerator for a new run cycle at even higher design energy. A perfect opportunity to take a closer look at Air Liquide Cryogenic Services (ALCS), in charge of providing the industrial support for the ultra-high vacuum field at CERN, with its director Anne-Sophie Eschbach and Alain Grimaud, ALCS's technical expert in air tightness and leak prevention.

What does ALCS – a subsidiary of Air Liquide Advanced Technologies – do exactly?

Anne-Sophie Eschbach – ALCS was founded in 1999 for the purpose of providing services for CERN. ALCS is a team whose experts – in leakage and air tightness (COFREND 2 and 3), vacuum mechanics and autoclave operation – intervene daily on behalf of Air Liquide Advanced Technologies under the auspices of the consortium created in 2003 with 40-30, a maintenance firm based in Grenoble.

But our mission does not begin and end with CERN. For Ras Laffan in Qatar, we worked on the vacuum portion of the helium purification and liquefaction unit. In Gabon, we verified that the gas transport tanks used with oil barges were air tight and leak free. Closer to home, in Fos sur Mer, we worked on liquid argon storage tanks. And we also worked on the MESMA energy module for submarines. On every one of these projects, ALCS has a very broad role to play: support for design, commissioning, operation, maintenance, training, audits, installation optimization and other services. ALCS works closely with the teams at Air Liquide Advanced Technologies and sometimes provides support for customers in cryogenics as well as other areas.

With respect to CERN, what exactly will ALCS be doing during the shutdown phase?

Alain Grimaud – CERN's "long shutdown 1" began in March 2013 and will last until September 2014, the time needed to give the LHC a makeover. For ALCS, this technical shutdown means a significant increase in activity. We will increase our head count threefold, with lots of training, supervision and technical assistance. From 80 meters underground, no fewer than 10 170 welded connections between the LHC's 1 700 magnets will be checked by ALCS. All of the joints of the particle accelerator and the QRL liquid helium distribution line will be consolidated and tested. Rupture discs will be mounted to optimize the accelerator's safety.

In parallel, at the level of the straight sections of the LHC (LSS), the work of aligning the magnets has to be done in turnkey fashion. Our teams of autoclave operators will also intervene to reach a 10^{-10} mbar ultra-high vacuum around the particle beams and a 10^{-6} mbar vacuum at the electromagnet level. Little by little, these different maintenance activities will cover the LHC's 27-kilometer circumference. Our work will also encompass the injector of the Super Proton Synchrotron (SPS), whose magnets and ionic pumps we will replace. At the surface, several teams will carry out maintenance work on pumping units and leakage sensors. They will also help CERN make NEG (Non Evaporable Getter) deposits inside the hot sections of the LHC, designed to reinforce the vacuum, and check the instruments. There is an enormous amount of work ahead and these 18 months will be just enough time to get it all done.

The shutdown of the LHC will end in September 2014: what is the outlook for ALCS after the current mission?

Anne-Sophie Eschbach – In the vacuum field, we would like to continue to provide CERN with preventive maintenance and extend this type of service to other clients, using this one as a reference. Our expertise in ultra-high vacuums could be extremely useful in any number of areas, for example in aviation and space. We could capitalize on our expertise in connection with the ITER project (see article on page 6). Within ALCS, we have all the necessary skills and, more importantly, we have solid experience. Last but not least, beyond the vacuum our aim is to support the development of equipment at Air Liquide Advanced Technologies by offering service agreements (maintenance and parts, training, etc.), with a particular focus on the field of new energies.

::: Contact
anne-sophie.eschbach@airliquide.com

La cryogénie hélium au service de la fusion

La réunion de lancement qui s'est déroulée les 21 et 22 février, en présence d'ITER Organisation sur le site Air Liquide de Sassenage, a donné le départ du projet du plus grand système de réfrigération centralisé jamais construit à ce jour. Cet ensemble de trois réfrigérateurs de 20 mètres de long et 120 tonnes chacun, fournira une puissance froide de 75 kW à 4,5K (soit -269°C) pour le réacteur expérimental ITER.

Refroidir 10 000 tonnes d'aimants

Le Tokamak ITER doit démontrer la faisabilité scientifique et technique de la fusion, une source d'énergie non polluante et maîtrisable. L'ensemble de réfrigération hélium conçu par Air Liquide est indispensable au fonctionnement des 10 000 tonnes d'aimants supraconducteurs d'ITER, afin d'obtenir les champs électromagnétiques extrêmement puissants pour confiner le plasma chaud dans le Tokamak, atteignant ainsi les conditions de la fusion contrôlée.

Préparer déjà l'après ITER

Air Liquide fabriquera également, pour le compte du CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives), une unité de réfrigération hélium destinée au tokamak japonais JT-60SA, réalisé dans le cadre de l'approche élargie du projet ITER. Ce tokamak vise à optimiser les performances, le contrôle et la durée des phases du plasma, préparant ainsi le réacteur pré-industriel DEMO, qui succédera à ITER. « De taille plus modeste que l'ensemble cryogénique d'ITER, décrit Jérôme Beauvisage, Chef du projet JT-60SA, l'unité aura pour spécificité de répondre aux standards japonais, en particulier sur les calculs liés à la sismicité. »

300 000 heures

« Ces deux grands projets de fusion nucléaire représentent pour nos équipes 300 000 heures de travail sur près de 5 ans, souligne Eric Dupasquier, Chef du projet « ITER LHe Plants ». Nos ateliers se préparent et s'organisent pour fabriquer ces ensembles cryogéniques, et le planning de réalisation des équipements est mis en place : d'abord les deux boîtes froides de JT-60SA, suivies par chacun des trois systèmes de réfrigération d'ITER ». Un challenge qu'Air Liquide relèvera, pour installer l'ensemble cryogénique de JT-60SA en 2015 et celui d'ITER en 2016.

Signature du projet de l'ensemble cryogénique hélium liquide (ITER LHe Plant) sur le site ITER à Cadarache (13).
Signing the liquid helium cryogenic unit (ITER LHe Plant) at ITER's site in Cadarache.



Une étroite collaboration qui va durer 4 ans a été lancée par la réunion du projet JT-60SA en présence du CEA et de F4E (Fusion for Energy) sur le site de Sassenage.
A close co-operation that will last 4 years was launched at a meeting for the JT-60SA project attended by the CEA and F4E (Fusion for Energy) at the Sassenage site.

Helium cryogenics in the service of fusion

The largest centralized refrigeration system ever built was launched at a meeting held on February 21st and 22nd with the ITER Organization at the Air Liquid site in Sassenage, France. This set of three refrigerators, each 20 meters long and 120 tonnes, will provide a cooling power of 75 kW to 4,5K (-269°C) for the experimental reactor ITER.

Cooling 10,000 tonnes of magnets

The ITER tokamak is intended to prove the scientific and technical feasibility of fusion, a new source of nonpolluting and controlled energy. The helium refrigeration unit designed by Air Liquide Advanced Technologies is essential for the operation of ITER's 10,000 tonnes of superconducting magnets, which are needed to obtain the extremely powerful electromagnetic fields used to confine the hot plasma into the tokamak, therefore reaching the conditions of controlled fusion.

Already preparing for after ITER

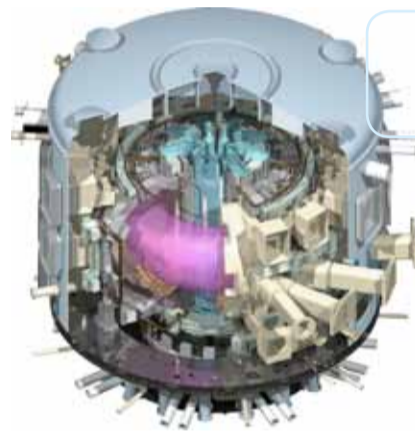
On behalf of the CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - Atomic Energy and Alternative Energies Commission) Air Liquide Advanced Technologies will also manufacture a helium refrigeration unit intended for a Japanese tokamak, JT-60SA, and carried out within the wider framework of the ITER project. The objective for this tokamak is to optimize the performance, the control and the duration of the plasma phases, in preparation for the pre-industrial DEMO reactor, which come after ITER. Project leader Jérôme Beauvisage said, "This unit, which is of a more modest size than the cryogenic ITER, will have to meet certain Japanese standards, in particular seismicity-related calculations."

300,000 hours

Eric Dupasquier, Project leader for ITER LHe Plants said, "These two large nuclear fusion projects represent 300,000 hours of work for our teams over almost 5 years. Our workshops are prepared and organized to manufacture these cryogenic units and the construction schedule of the equipment is set up. First we will build the two JT-60SA cold boxes, then each of the three ITER refrigeration systems". Air Liquide Advanced Technologies has accepted the challenge of installing the JT-60SA cryogenic unit in 2015 and the ITER unit in 2016.

À l'instar d'ITER et de JT-60SA, un tokamak est un réacteur expérimental avec une chambre de confinement magnétique, en forme de tore, destinée à contrôler un plasma qui à très haute température va favoriser les réactions de fusion.

Used in ITER and JT-60SA, tokamaks are experimental engines with a torus-shaped magnetic containment chamber to control plasma, which at very high temperature can support fusion reactions.



Biométhane : un second projet agricole pour le réseau de gaz naturel

L'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel est autorisée en France depuis un an et demi seulement, et déjà Air Liquide Advanced Technologies lance la fabrication de sa quatrième unité de méthanisation (Voir Cryoscope 49 p.2 et 50 p.6). « Il s'agit de notre seconde unité agricole, note Yannick Rouaud, responsable commercial Biogaz. La première, la Bioénergie de la Brie (Seine et Marne), gérée par deux frères, a été connectée au réseau de gaz français et va démarrer sa production de biométhane. »

C'est une nouvelle initiative de frères exploitants agricoles qui voit le jour à Saint-Pourçain-sur-Sioule, en Auvergne. Xavier et Emmanuel Ferrand ont créé l'entreprise Sioule Biogaz, qui produira 70 m³/h de biométhane à partir de fumier bovin, d'ensilage de sorgho, de résidus de céréales de leur exploitation et de déchets verts (tonte de pelouses et tailles des jardins) des communes environnantes. Le biométhane produit sera injecté dans le réseau de gaz naturel de la commune, après la livraison de l'unité de méthanisation à Sioule Biogaz, à l'automne 2013.

Biomethane: a second agricultural project for the natural gas network

The injection of biomethane in the natural gas network has only been authorized in France for 18 months, and already Air Liquide Advanced Technologies has begun manufacturing its fourth methanization unit (See Cryoscope 49 p.2 and 50 p.6). Biogas sales manager Yannick Rouaud said, "This is our second agricultural unit. The first, Bioénergie de la Brie (in Seine et Marne), managed by two brothers, was connected to the French gas network and is set to start producing biomethane."

The new initiative also belongs to farming brothers, this time at Saint-Pourçain-sur-Sioule, in Auvergne. Xavier and Emmanuel Ferrand created a company, Sioule Biogaz, which will produce 70 m³/h of biomethane from bovine manure, sorghum silage, residues from their cereal farm and green waste (lawn clippings and garden's waste) from the surrounding communities. After the Autumn 2013 delivery of the methanisation unit to Sioule Biogaz, biomethane will be injected into the local natural gas network.

Nouvelles compétences en aéronautique

Air Liquide Advanced Technologies a acquis l'entreprise Alpes Instrument, afin de conforter sa présence en aéronautique, comme le souligne Xavier Vigor, Directeur général d'Air Liquide Advanced Technologies : « Cet investissement permet à Air Liquide d'acquies des technologies clés de son cœur de métier aéronautique, mais également de renforcer la capacité d'investissement et d'organisation d'Alpes Instruments afin de mieux répondre aux demandes du marché. Air Liquide a parallèlement la volonté de développer la société grâce à ces technologies innovantes pour ouvrir et adresser de nouveaux marchés et produits dans d'autres secteurs majeurs comme ceux du spatial, de la santé ou encore des nouvelles énergies. » Alpes Instruments, basée dans l'agglomération grenobloise, est spécialisée dans les systèmes électromécaniques de régulation de débit de gaz et de contrôle de position. C'est en alliant ce savoir-faire à l'expertise d'Air Liquide sur les tamis moléculaire et les membranes, qu'ont été conçus des systèmes d'oxygénation et d'inertage performants, flexibles et fiables pour l'assistance des pilotes, du personnel de bord et la sécurité des aéronefs. Des systèmes qui comptent parmi les produits-phares d'Air Liquide Advanced Technologies.

New skills in aeronautics

Air Liquide Advanced Technologies has acquired the company Alpes Instruments to consolidate its presence in aeronautics. Air Liquide Advanced Technologies' Managing Director, Xavier Vigor, said, "This investment makes it possible for Air Liquide Advanced Technologies to acquire key technologies for its core aeronautics business, but also to reinforce the capacity for investment and organization at Alpes Instruments in order to better respond to market demands. Air Liquide Advanced Technologies has the will to develop the company thanks to innovative technologies to open and address new markets and new products in other major sectors such as space, health or new energy sources." Alpes Instruments, based in the outskirts of Grenoble, is specialized in electromechanical gas flow regulation systems and positional control. By combining this know-how with Air Liquide Advanced Technologies' expertise in molecular sieves and membranes, powerful, flexible and reliable systems for oxygenation and inertage were conceived to assure the safety of pilots, crew and aircraft. Those systems are among the key products of Air Liquide Advanced Technologies.

Épurateurs ULTRAL : 5 en 6 mois !

Un épurateur d'hydrogène ULTRAL H₂ vient d'être commandé par l'Institut 46, une société publique chinoise, élaborant et fabriquant des semi-conducteurs pour l'électronique et l'optoélectronique. Son fonctionnement en mode automatique et en continu, gage de fiabilité, est particulièrement bien adapté au secteur des semi-conducteurs. Fondé sur l'adsorption cryogénique à -196°C, cet ULTRAL permet de traiter 100 Nm³/h d'hydrogène gazeux et d'obtenir une teneur d'impuretés en sortie, inférieure au ppb (partie par milliard ou 10⁻⁹).

« Il s'agit du second ULTRAL vendu en Chine au cours des 6 derniers mois, et du cinquième dans le monde », rapporte Anne Barbier, responsable produit. Les trois ULTRAL destinés aux États-Unis, à Taiwan et à Singapour, appartiennent à une gamme différente de celle des épurateurs chinois : destinés à la purification d'azote liquide en amont d'un stockage pour servir de back up à un générateur d'azote gazeux, ils éliminent les impuretés de l'air, types CO, O₂, H₂O, etc., là encore à des teneurs inférieures au ppb.

« Le succès rencontré par ces machines tient à leurs qualités et à leurs avantages, en particulier un coût d'exploitation parmi les plus bas du marché, souligne Anne Barbier. Il tient aussi au soutien de nos équipes en Asie et aux États-Unis, qui constitue un atout majeur pour nos échanges commerciaux. »



Cet ULTRAL fabriqué dans les ateliers d'Air Liquide Advanced Technologies vient d'être livré à une entreprise taïwanaise d'électronique.
This ULTRAL manufactured in the Air Liquide Advanced Technologies' workshops has just been delivered to a Taiwanese electronics company.

ULTRAL Purifiers: 5 in 6 months!

Chinese public company Institut 46, which develops and builds semiconductors for electronics and optoelectronics, has ordered an ULTRAL H₂ hydrogen purifier. Its uninterrupted operation in automatic mode guarantees its reliability and is particularly well adapted to the semiconductors sector. Based on cryogenic adsorption at -196°C, this ULTRAL can treat 100 Nm³/h of gas hydrogen and get an impurities content at the output of less than ppb (parts per billion or 10⁻⁹).

Product manager Anne Barbier said, "It is the second ULTRAL sold in China in the last 6 months, and the fifth in the world." The three ULTRAL intended for the United States, Taiwan and Singapore, belong to a different range than the Chinese purifiers: they are intended for the purification of liquid nitrogen upstream of storage to be used as back up for a nitrogen gas generator, and eliminate the impurities in the air, standard CO, O₂, H₂O, etc, again with impurities content of less than ppb.

Anne Barbier said, "The success met by these machines is due to their qualities and advantages, in particular one of the lowest operation costs on the market. It is also due to the support of our teams in Asia and the United States, which constitute a major asset for our commercial business."

Cryoscope

www.airliquideadvancedtechnologies.com

June 2013

... DANS L'ACTU

... HOT NEWS

p. 1/6

... REPORTAGE

50 ans, pour aller de l'avant

... REPORT

50 years of moving forward

p. 2/3

... EN CHIFFRES

Chine -
Europe du Nord

... IN FIGURES

China -
Northern Europe

p. 3

... TECHNIQUE

Air Liquide et
les origines de l'univers

... TECHNICAL

Air Liquide and
the origins of
the universe

p. 4

... PAROLE D'EXPERT

10 000 jonctions
sous la terre

... EXPERT REPORT

10 000 welded
connections
under the earth

p. 5

... EDITORIAL



Madame, Monsieur, cher lecteur,

Cette édition du Cryoscope me permet de réaffirmer que l'innovation est une des valeurs fondatrices de notre entreprise. Innover c'est permettre de répondre aux grands enjeux : l'environnement, l'énergie, la santé, l'urbanisation,...

C'est dans cette perspective que le Groupe Air Liquide a décidé de mettre en place un réseau qui porte et encourage les idées et les technologies innovantes jusqu'à leur niveau de maturité opérationnel, avec pour objectif de contribuer à une croissance du Groupe rentable à long terme : « Advanced Business & Technologies » (aB&T).

aB&T est un réseau mondial de sociétés animées de l'esprit d'entreprise,

innovantes et agiles qui s'organise autour de quatre entités principales :

Advanced Business, est en charge d'identifier et de développer les marchés dans le secteur des nouvelles énergies, comme l'hydrogène ou le biogaz.

Advanced IT, déploie et gère des solutions informatiques industrielles qui permettent d'améliorer la performance et de mettre en place de nouveaux modèles de service (optimisation, traçabilité, télémétrie,...)

Advanced Investment est dédié aux investissements dans de jeunes entreprises innovantes développant de nouvelles technologies ou étant présentes sur des marchés potentiellement porteurs pour le Groupe.

Enfin, **Advanced Technologies**, entité composée d'équipes en France à Grenoble (Sassenage et Echirolles), aux Mureaux mais aussi dans ses filiales allemandes et chinoise à Dresde, Brême et Shanghai, rassemble près de 700 collaborateurs. Advanced Technologies a pour mission de concevoir et de développer des équipements à forte valeur ajoutée destinés à l'industrie, aux marchés des hautes technologies (spatial, aéronautique, marine, supraconductivité, etc.), aux grands projets scientifiques (ITER...), comme aux nouveaux marchés de l'entité Advanced Business et plus généralement du Groupe.

L'élargissement de nos missions au sein du réseau aB&T du Groupe Air Liquide représente un nouveau défi qui passionne les équipes et qui permettra d'accroître le contenu innovant de nos produits et services au bénéfice de nos clients.

Participant à la 50^{ème} édition du Salon international de l'Aéronautique et de l'Espace, nous vous invitons dès aujourd'hui, à venir nous rencontrer à Paris Le Bourget, où vous pourrez découvrir certaines de nos solutions parmi les plus innovantes (comme notamment les nouvelles technologies développées pour les futures générations du lanceur Ariane ou encore les réflexions menées sur l'hydrogène comme solution énergétique alternative dans les avions). Elles vous donneront un avant-goût des performances du réseau aB&T.

Xavier Vigor, Directeur Général d'Air Liquide Advanced Technologies

... Dans l'Actu

L'expertise des micro-capillaires sur Microscope

Le principe physique de l'attraction entre deux corps n'aura bientôt plus de secret. En 2016, le satellite Microscope sera lancé dans l'espace, avec l'objectif de mesurer avec une précision de 10^{-15} le « principe d'équivalence entre la masse gravitationnelle et la masse inertielle ».

Concrètement, Microscope va mesurer une éventuelle différence de trajectoire entre deux masses de composition différente. Cette différence sera mesurée au moyen d'un accéléromètre ultra sensible développé par l'ONERA placé dans des conditions de chute libre garanties par le système CGPS (Cold Gas Propulsion System).

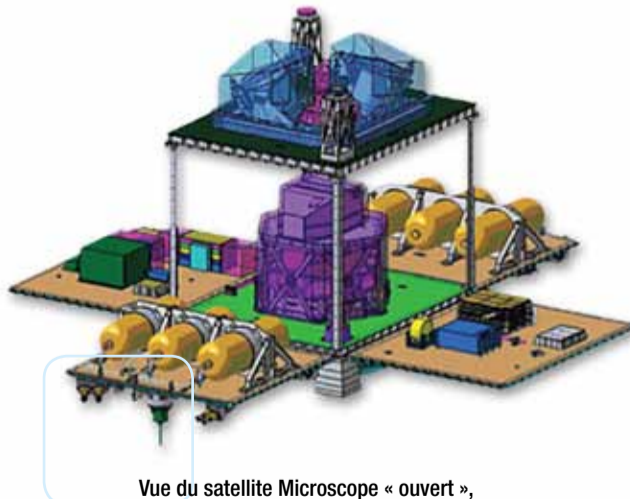
C'est précisément sur le CGPS, contrôlant l'attitude et l'accélération du satellite en éjectant de l'azote à température ambiante, qu'Air Liquide Advanced Technologies intervient.

« En collaboration avec nos collègues d'Air Liquide Electronics Systems, nous fabriquerons et intégrerons différents éléments, comme des tubes qui transfèrent l'azote du réservoir aux moteurs du CGPS, des supports de vannes et d'équipements, un dispositif limitant les oscillations de pression en amont des moteurs... », décrit Enrico Bertuccio, Chef de projet. Nous allons également réaliser des capillaires de 40 μm , pour gérer finement le débit d'azote et vider complètement les réservoirs en fin de mission. C'est pour ce savoir-faire, qui a déjà fait ses preuves dans le cadre de Planck, que nous avons été sélectionnés par le CNES. »

La loi oblige à ramener les satellites dans l'atmosphère terrestre pour les désintégrer. C'est dans ce cadre qu'Air Liquide va contribuer à la désorbitation du satellite Microscope en fin de mission.

« Le CNES a imaginé une méthode originale : freiner Microscope avec une structure ultra légère, IDEAS, qui jouera le rôle de frein, explique Patrick Bravais, expert Air Liquide. ASTRIUM réalisera la structure constituée de deux grands mâts de 5 m. Gonflés à l'azote grâce au système conçu par Air Liquide, les mâts se déploieront en fin de mission pour déployer une voile, qui servira de parachute. »

Les exemplaires de qualification des systèmes seront livrés par Air Liquide Advanced Technologies dès le début de l'année 2014, suivis par les modèles de vol.



Vue du satellite Microscope « ouvert », avec la charge utile en son milieu.

View of the "open" Microscope satellite, with the payload in the middle

Dear Readers

I'd like to use the opportunity provided by this issue of Cryoscope to reiterate that innovation is a founding value of our organization. It is innovation that lets us face up to the great challenges of our time: the environment, energy, health, urbanisation...

That is why the Air Liquide Group has decided to set up a network to transmit and encourage ideas and innovative technologies and bring them to an operational level of maturity. The goal of this Advanced Business & Technologies (aB&T) network is to contribute to the long-term growth of the Air Liquide Group.

aB&T is a worldwide network of companies that are enterprising, innovative and agile and it is organised around four main units:

Advanced Business is in charge of discovering and developing business and markets for new energies such as hydrogen and biogas.

Advanced IT manages and deploys the Group's industrial IT solutions, which enable an improvement of performance and the implementation of new service models (optimisation, traceability, telemetry,...)

Advanced Investment is devoted to investments in innovative young companies developing new technologies or present in markets that could be promising for the Group.

Lastly, **Advanced Technologies** has teams working in France (Sassenage and Echirolles), and Les Mureaux, and also German and Chinese subsidiaries in Dresden, Bremen and Shanghai, bringing together 700 collaborators. Its role is to design and develop high-value added equipment for industry, for high technology markets (space, aviation, marine, supra-conductivity, etc.), for large-scale scientific projects (ITER...), and for the markets served by Advanced Business (hydrogen energy, biogas, etc.) and more generally for the Group.

The broadening of our missions within the aB&T network of the Air Liquide Group represents a new exciting challenge for our teams, which enables us to develop the innovative content of products and services for the benefit of our clients.

I invite you to come and see us at the 50th Paris Air Show, where you will discover some of our most innovative solutions (such as the new technologies developed for the future generations of the Ariane launcher and the work being done on hydrogen as a viable energy alternative for aircraft). They will give you a foretaste of the performances of the aB&T network.

Xavier Vigor, CEO, Air Liquide Advanced Technologies

Hot News ...

Micro-capillaries expertise on Microscope

The physical principle of attraction between two bodies will soon give up its secrets. In 2016, the Microscope satellite will be launched into space to measure with an accuracy of 10^{-15} the "principle of equivalence between the gravitational mass and the inertial mass."

More specifically, Microscope will measure a possible difference in trajectory between two masses of different composition. This difference will be measured by an ultra sensitive accelerometer developed by ONERA and held in free fall conditions guaranteed by a CGPS (Cold Gas Propulsion System).

The CGPS controls the attitude and the acceleration of the satellite in orbit by ejecting nitrogen at ambient temperature and that is where Liquid Air Advanced Technologies comes in.

Project Leader, Enrico Bertuccio, said, "In collaboration with our colleagues from Air Liquide Electronics Systems, we will manufacture and integrate various elements, such as tubes which transfer nitrogen from the tank to the engines of the CGPS, supports for valves and equipment, and a device that limits the oscillations of pressure upstream of the engines. We will also make 40- μm capillaries to manage the nitrogen flow finely and to completely empty the tanks at the end of the mission. This know-how, which already proved itself reliable when working on Planck, is the reason why we were selected by CNES."

The law requires that satellites are brought back into the Earth's atmosphere to be disintegrated. Air Liquide Advanced Technologies will thus contribute to the deorbiting of the Microscope satellite at the end of the mission.

Air Liquide Advanced Technologies expert, Patrick Bravais said, "CNES imagined an original method: slowing Microscope down with a ultra light structure, IDEAS, that will serve as a break. ASTRIUM will put together the structure, which will consist of two 5 m

masts. Inflated with nitrogen, thanks to a system conceived by Air Liquide Advanced Technologies, the masts will spread at the end of the mission to unfold a sail, which will be used as parachute."

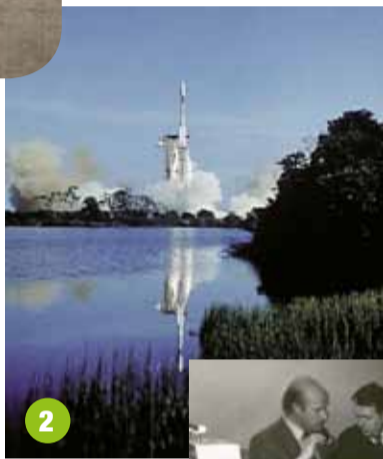
The qualification examples of the systems will be delivered by Air Liquide Advanced Technologies at the beginning of 2014, followed by the flight models.

50 ans, pour aller de l'avant

50 ans déjà ! Le 15 octobre 1962, le Centre d'Etudes Cryogéniques* (aujourd'hui Air Liquide Advanced Technologies) naissait, démarrant avec ce mot d'ordre de Jean Delorme, alors Pdg d'Air Liquide : « *Je ne veux pas de chercheurs ; je ne veux que des découvreurs !* » Il a été entendu, bien au-delà de ses espérances. Il n'imaginait certainement pas, comme la poignée de pionniers qui a créé le site, l'étendue et la portée des innovations nées à Sassenage.



les derniers bijoux technologiques d'Air Liquide Advanced Technologies, tels que l'HYLIAL destiné au centre spatial d'Hainan en Chine, les générateurs et régulateurs d'oxygène équipant des pilotes d'avions de chasse dans le monde entier, la station de distribution d'hydrogène ou encore le module d'épuration de biogaz...



C'est justement cet « esprit pionnier » d'Air Liquide Advanced Technologies, qu'a salué Benoît Potier, l'actuel Pdg d'Air Liquide, lors de l'ultime temps fort célébrant le cinquantenaire du site, le 26 octobre 2012. « *Aujourd'hui un des plus grands sites du Groupe en France, Air Liquide Advanced Technologies compte 600 collaborateurs, qui développent des idées innovantes dans les technologies de pointe, avec une particularité unique : il combine Ingénierie, Plateforme d'essais et Fabrication.* » Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, était présente aux côtés de Benoît Potier, comme l'étaient aussi André Borschberg, co-fondateur de Solar Impulse, François Darchis, membre du comité exécutif du groupe Air Liquide, Jean-Yves Le Gall, alors Pdg d'Arianespace (depuis le 3 avril dernier Président du CNES*) et 200 clients, partenaires et institutionnels, venant du monde entier, qui ont tous marqué à leur manière le parcours d'Air Liquide Advanced Technologies.

3 temps forts pour un anniversaire

En 2012, le site a été marqué par trois grands événements.

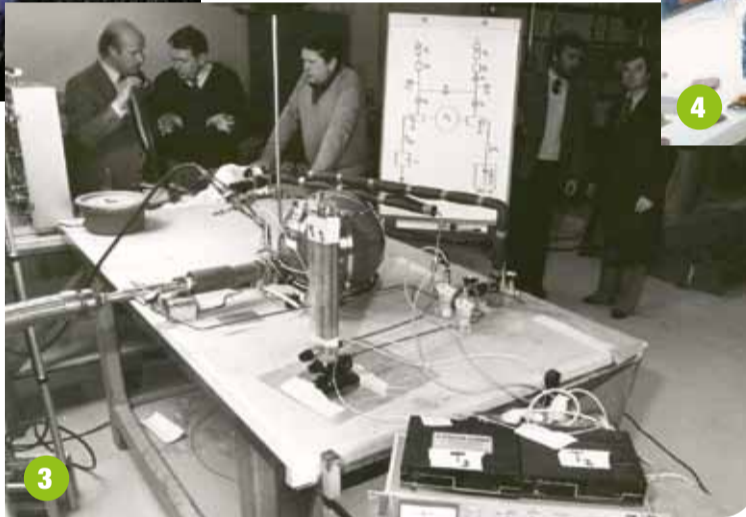
Le 29 mars, Air Liquide Advanced Technologies a d'abord fêté les 50 ans d'aventure spatiale du site (Cf Cryoscope N°49 p.4). À cette occasion, François Darchis avait rappelé que le « site de Sassenage a principalement été créé à l'origine pour développer nos technologies et mettre nos compétences dans le domaine de la cryogénie, au service du lanceur européen. »

Le 26 juin a été consacré aux collaborateurs de Sassenage et à leur famille. Lors de cette journée festive et conviviale, enfants et adultes ont eu le plaisir de participer aux activités proposées dans les ateliers et partager ensemble le gâteau d'anniversaire. Ils se sont émerveillés devant la fusée Ariane entièrement construite en Kapla, ainsi que devant les démonstrations réalisées autour de l'azote liquide. « *C'était magique !* »

L'événement du 26 octobre, quant à lui, se voulait tourné vers l'avenir, conviant les invités à découvrir

Inventer l'avenir

« *Les participants à cette journée sont venus pour évoquer demain et... après-demain, a constaté Pierre Crespi, Directeur innovation d'Air Liquide Advanced Technologies. En « inventant » l'avenir, nos technologies ouvrent la voie à de nouveaux marchés, comme la génération de bio-méthane pour le réseau de gaz ou l'hydrogène énergie.* » L'un des invités, Philippe Brédy, responsable du Laboratoire de Cryogénie du CEA de Saclay, ne le contredira pas : « *Notre laboratoire exploite toujours le liqéfacteur mis au point dans les années 1970 par le site isérois d'Air Liquide, confie-t-il. C'est dire si les équipes de Sassenage ont bien été capables d'anticiper nos besoins. Cette collaboration s'inscrit dans une véritable démarche partenaire, interactive, pour trouver les solutions les plus adaptées. Le liqéfacteur d'hélium de l'aimant supraconducteur à fort champ du centre Neurospin, prévu pour dévoiler ses premières images IRM du cerveau en 2014, a ainsi été conçu.* »



workshops and shared the birthday cake. They marveled at the Ariane rocket built entirely from wooden bricks, as well as the demonstrations with liquid nitrogen. "It was magic!" Finally, the event of October 26 was forward looking. The guests were invited to discover the latest technological marvels from Air Liquide Advanced Technologies, such as the HYLIAL intended for the Hainan space center in China, oxygen generators and regulators equipping fighter plane pilots worldwide, hydrogen distribution stations or the biogas purification module...

Invent the future

Pierre Crespi, Director of Innovation at Air Liquide Advanced Technologies said, "The participants in this day came to evoke tomorrow and... the day after tomorrow. By "inventing" the future, our technologies open the way to new markets, such as the generation of bio-methane for the gas network or hydrogen energy." One of the guests, Philippe Brédy, Cryogenic Laboratory manager of the ECA of Saclay, agreed: "Our laboratory still uses the liquefier developed in the 1970s by Air Liquide's site in Isère. This shows that the Sassenage teams were able to anticipate our needs. This collaboration is a true partnership, an interactive

50 years of moving forward

50 years already! On October 15, 1962, the Center of Cryogenic Studies* (now Air Liquide Advanced Technologies) was born, under the watchword of Jean Delorme, then chairman of Air Liquide, "I do not want researchers; I only want discoverers!" The message was heard, far beyond his expectations. He could not have imagined, nor could the handful of pioneers who created the site, the extent and the range of the innovations that would be born at Sassenage.

It was precisely this "pioneer spirit" of Air Liquide Advanced Technologies, that Benoît Potier, the current chairman of Air Liquide, met at the celebration of the fiftieth anniversary of the site, on October 26, 2012. "Today, one of the Group's largest sites in France, Air Liquide Advanced Technologies counts 600 workers, who develop innovative ideas for the latest technologies. The site is unique in that it combines engineering, testing and fabrication." Geneviève Fioraso, Minister for the Higher education and Research, supported Benoît Potier, along with André Borschberg, cofounder of Solar Impulse, François Darchis, member of Air Liquide Group executive committee, Jean-Yves Gall, then chairman of Arianespace (since April 3, he is President of the CNES**) and 200 customers, partners and functionaries, from around the globe, who came to mark the momentous occasion for Air Liquide Advanced Technologies.

3 achievements to mark a birthday

Three notable events marked 2012. First, on March 29, Air Liquide Advanced Technologies celebrated 50 years of space adventure at the site (cf Cryoscope N°49 p.4). On that occasion, François Darchis had said that "the Sassenage site was mainly created in the beginning to develop our technologies and to put our skills in the field of cryogenics, at the service of the European launcher." Then, June 26 was devoted to Sassenage workers and their families. During this festive and convivial day, children and adults took part in fun activities in the

L'honneur de conclure la journée est revenu à Geneviève Fioraso, qui a souhaité aux acteurs du site un deuxième demi-siècle aussi porteur d'avenir que le premier : « *Le savoir-faire d'Air Liquide dans le domaine du froid et de l'hydrogène, lui a permis de développer des innovations décisives, au bénéfice du spatial, de l'énergie décarbonnée et de la mobilité propre, trois domaines d'excellence française.* »

* Le Centre d'Etudes Cryogénique est devenu la Division des Techniques Avancées le 1er janvier 1980, puis Air Liquide Advanced Technologies en mai 2011.

** Centre National d'Études Spatiales

LÉGENDE DES PHOTOS

- 1 Le futur site du Centre d'Études Cryogéniques (CEC) en 1961.
- 2 Kourou, le 24 décembre 1979 : premier tir réussi d'Ariane, avec des réservoirs de 3^{ème} étage venus de Sassenage.
- 3 Les débuts de l'Inalox en 1982, en compagnie de deux clients : Dassault et Dräeger.
- 4 Sortie d'atelier de la boîte froide du CERN le 25 septembre 1992.
- 5 Les stations hydrogène font leur apparition et partent à travers le monde pour de nombreuses démonstrations au début des années 2000.
- 6 2011 : transfert du macrodémonstrateur HX, conjointement conçu par les équipes d'Air Liquide Advanced Technologies et d'Euro Cryospace.
- 7 29 mars 2012 : premier événement célébrant le cinquantenaire du site de Sassenage, célébré avec le CNES.
- 8 26 octobre 2012 : en présence de Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Benoît Potier a clôturé les célébrations marquant les 50 ans du site.

PHOTO CAPTIONS

- 1 The future site of the Cryogenic Studies Centre in 1961.
- 2 Kourou, 24 December 1979: first successful launch of Ariane, with the 3rd stage tanks from Sassenage.
- 3 The beginnings of Inalox in 1982, with two clients: Dassault et Dräeger.
- 4 Launch of the CERN cold box workshop, 25 September 1992.
- 5 Hydrogen filling stations make their debut and depart to locations worldwide for many demonstrations in the early 2000s.
- 6 2011: transfer of the Hx macrodemonstrator, jointly conceived by teams from Air Liquide Advanced Technologies and Euro Cryospace.
- 7 29 March 2012: the first 50th anniversary event of the Sassenage site, celebrated with CNES.
- 8 26 October 2012: Benoît Potier closes the site's 50th anniversary celebrations which were attended by Geneviève Fioraso, Minister for Higher Education and Scientific Research.



7



6



relationship that finds the best solutions. That's how we designed the helium liquefier for the high field superconducting magnet of our Neurospin center, set to reveal its first MRI images of the brain in 2014."

The honor of closing the day went to Geneviève Fioraso, who wished the site's stakeholders a second half-century as forward-looking as the first, "Air Liquide Advanced Technologies' know-how in the field of cold and hydrogen enabled it to develop decisive innovations, to the benefit of three fields of French excellence: space, low-carbon energy and clean mobility."

* The Cryogenic Center of Studies became the Advanced Technologies Division on the 1st of January 1980, then Air Liquide Advanced Technologies in May 2011.

** National Center of Space Studies



8

::: Contact
dominique.lecocq@airliquide.com

En chiffres

In figures :::

CHINE

HYLIAL : performance et commande pour les centres spatiaux

Les deux liquéfacteurs d'hydrogène HYLIAL destinés aux centres spatiaux de Xichang, dans la Province du Sichuan, et de Wenchang, sur l'île de Hainan, sont arrivés à destination (voir Cryoscope N°50 p.6). L'HYLIAL de Xichang vient d'ailleurs d'être démarré.

« Pour la grande satisfaction du client, la machine atteint des performances 10 % supérieures aux attentes : 670 L d'hydrogène liquide produits par heure, précise Christophe Mantleri, responsable du projet. Gageons que les performances de l'HYLIAL de Wenchang, aujourd'hui en cours d'installation, atteindront le même degré d'excellence. »

Et ce n'est pas tout : un institut spatial basé à Pékin, qui avait acquis un HYLIAL dès 2007, a commandé un nouveau liquéfacteur, déjà en construction sur le site d'Air Liquide Advanced Technologies.

CHINA

HYLIAL: performance and order for space centres

HYLIAL hydrogen liquefiers have arrived at the two space centres: Xichang, in the Sichuan Province and Wenchang, on the island of Hainan (see Cryoscope N°50 p.6). The Xichang HYLIAL has just been started up.

Project manager Christophe Mantleri said, "To the client's great satisfaction, the machine has outperformed expectations by 10%: it is producing 670L of liquid hydrogen per hour. The Wenchang HYLIAL is being installed and will surely meet the same level of excellence."

And that's not all: a Beijing-based space institute, which acquired a

HYLIAL in 2007, has placed an order for a new liquefier, which is already being built at Air Liquide Advanced Technologies' site.

performance
+10%

EUROPE DU NORD

3 stations Air Liquide de distribution Hydrogène

Jamais autant de véhicules n'ont été déployés dans le cadre d'une expérimentation de mobilité hydrogène. Avec 90 véhicules électriques à hydrogène (VEH) dans 3 régions européennes, le projet SWARM*, soutenu par le Fuel Cells Hydrogen & Joint Undertaking (FCHJU**), vient de démarrer pour une durée de 4 ans. L'objectif : préparer l'arrivée massive en 2015 des voitures électriques à hydrogène sur le marché et recueillir des données de performances techniques et économiques. En tout, 17 partenaires participent à SWARM : des industriels, dont Air Liquide, des universités, des collectivités...

Pour ce projet, Air Liquide Advanced Technologies va concevoir, fabriquer et installer trois stations de distribution d'hydrogène de haute capacité (200 kg/jour) dans les villes de Birmingham (Grande-Bretagne), Brême (Allemagne) et Bruxelles (Belgique). Ces stations, qui délivreront de l'hydrogène à 350 et 700 bar de pression, contribueront au développement de l'infrastructure hydrogène en Europe du Nord. Elles ravitailleront, en quelques minutes seulement, les réservoirs des véhicules du projet : des petites citadines électriques à hydrogène fabriquées par les constructeurs automobiles Riversimple, H₂O E-mobile GmbH et Coventry University Enterprises limited.

NORTHERN EUROPE

Three Air Liquide Advanced Technologies hydrogen stations

Never before have so many vehicles been deployed in an experiment hydrogen-fuelled mobility. The 4-year SWARM* project, featuring 90 hydrogen fuel cell electric vehicles (FCEVs) in 3 European areas, and supported by Fuel Cells & Hydrogen Joint Undertaking (FCHJU**), is now underway. The objective is to collect

technical and economic performance data in preparation for 2015, when electric hydrogen cars will arrive on the market en masse. In all, 17 partners are taking part in SWARM, including industrial players such as Air Liquide Advanced Technologies, universities, local communities...

For this project, Air Liquide Advanced Technologies will design, manufacture and install three high-capacity (200 kg/day) hydrogen distribution stations in Birmingham (Great Britain), Bremen (Germany) and Brussels (Belgium). These stations will deliver hydrogen at pressures of 350 and 700 bar and will contribute to the development of the hydrogen infrastructure in

90 VEH
FCEVs



Les stations de distribution d'hydrogène sont en cours de construction sur le site d'Air Liquide Advanced Technologies à Sassenage, près de Grenoble, et seront installées au début de l'année 2014. Parallèlement, les constructeurs automobiles fabriquent les voitures destinées à SWARM. D'autres partenaires mettent en place le modèle économique de la mise à disposition de ces véhicules auprès des utilisateurs.

Northern Europe. In just a few minutes, they will fill the tanks of the project vehicles: small fuel-cell cars built by the car manufacturers Riversimple, H₂O E-mobile GmbH and Coventry University Enterprises Ltd.

The hydrogen distribution stations are being built on Air Liquide Advanced Technologies' site in Sassenage, near Grenoble, and will be installed at the beginning of 2014. In parallel, the car manufacturers are building the cars intended for SWARM. Other partners are

setting up the economic model to make these vehicles available to the users.

* SWARM: Small 4-Wheel fuel cell passenger vehicle Applications in Regional and Municipal transport.

** The FCHJU is a public-private European partnership supporting research, technological developments and demonstrations in the hydrogen and fuel cells sector.

* SWARM : Small 4-Wheel fuel cell passenger vehicle Applications in Regional and Municipal transport.

** Le FCHJU est un partenariat européen public-privé soutenant la recherche, les développements technologiques et les démonstrations dans le secteur de l'hydrogène et des piles à combustible.

RECHERCHE

Air Liquide et les origines de l'univers

Deux découvertes scientifiques majeures viennent de marquer la recherche internationale : la détection du Boson de Higgs, chaînon manquant du modèle standard de la physique des particules, et la publication de l'image de l'univers tel qu'il était il y a 13 milliards d'années. Deux découvertes qui lèvent le voile sur nos origines et transforment nos connaissances sur l'univers..., auxquelles a participé Air Liquide.

À n'en pas douter, le mois de mars 2013 restera gravé dans la mémoire de la communauté scientifique avec, le 14 mars, la confirmation de la découverte du boson de Higgs au CERN et, juste une semaine plus tard, le 21, la publication de la cartographie de l'univers 380 000 ans après sa création, réalisée par le satellite Planck.

Beaucoup de points communs

Au-delà de leur simultanéité, ces découvertes comptent de nombreux points communs. « Elles sont intimement liées, affirme Pierre Crespi, Directeur innovation. D'abord par leur finalité. Elles entendent confirmer à la fois la théorie du modèle standard, qui décrit les forces responsables des phénomènes de la matière et la théorie expliquant les premiers instants de la formation de l'univers. Par leurs apprentissages aussi. L'observation de l'univers juste après le Big Bang et la reproduction de certaines conditions du Big Bang dans le LHC ouvrent la voie à une nouvelle physique, qui se manifeste à très haute énergie. Une énergie phénoménale, nécessitant du froid, beaucoup de froid pour l'étudier. » Un froid si intense que seul un spécialiste pouvait créer. Le CERN et le CNES ont donc fait appel à Air Liquide Advanced Technologies, pour concevoir et fabriquer les réfrigérateurs, qui utilisent l'hélium, seul gaz qui se liquéfie à la température de 4,5 K.

Reproduire des conditions du Big Bang au LHC

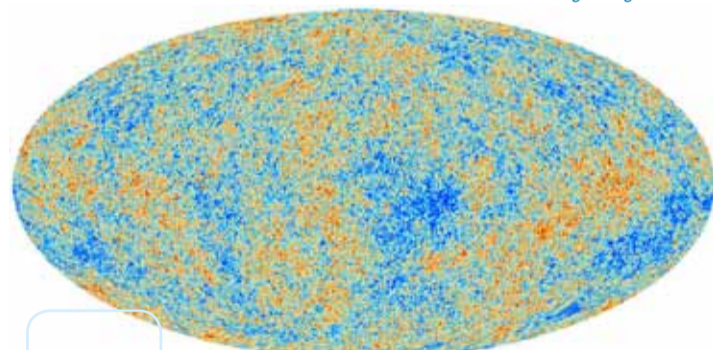
Le 14 mars 2013, les scientifiques du CERN ont apporté de nouveaux résultats, confirmant que le boson découvert en juillet 2012 se rapproche du boson de Higgs tant attendu. Sans le boson de Higgs, les particules ne se rencontreraient jamais et ne pourraient pas créer des protons et des neutrons qui, combinés aux électrons, forment la matière. « La détection du boson de Higgs est essentielle pour la physique, insiste Pascale Dauge, responsable du marché scientifique, ayant conduit à la construction du Large Hadron Collider (LHC) au CERN. » Pour le LHC, Air Liquide Advanced Technologies a relevé nombre de défis pour stocker l'hélium, le liquéfier et le transporter. « Des premières technologiques ont été réalisées, poursuit Pascale Dauge, comme la mise au point de compresseurs à vis en dessous de la pression atmosphérique ou le développement de compresseurs centrifuges fonctionnant à basse température. »

Observer le Big Bang grâce à Planck

Le 21 mars 2013, les astrophysiciens de l'ESA ont rendu publique l'image de l'univers âgée de 13,7 milliards d'années, prise par le satellite Planck à 1,5 million de km de la Terre. À sa naissance, l'univers était constitué d'une mélasse chaude et opaque, faite de particules et de photons. Il s'est depuis dilaté et refroidi et, en passant en dessous de 3 000°C, la matière est devenue transparente, permettant aux photons de se propager enfin librement. Ce rayonnement fossile

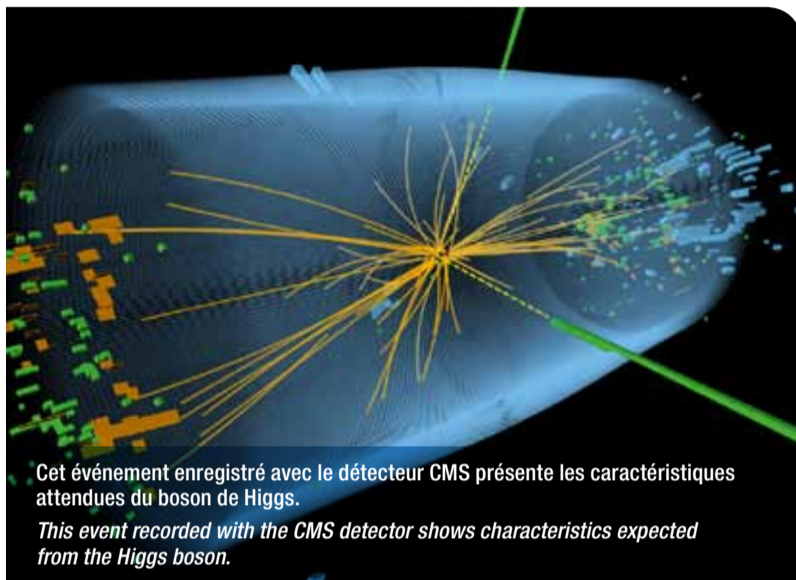
infrarouge correspondant à une température de 2,725 K (-273,05°C) est parvenu jusqu'à nous dans toutes les directions du ciel. Planck en a dressé une cartographie extrêmement précise, révélant la présence de grumeaux dans la « soupe cosmique initiale », qui se sont condensés en un milliard de galaxies. Pour étudier ce rayonnement fossile, Planck a embarqué les instruments scientifiques HFI (High Frequency Instrument) et LFI (Low Frequency Instrument). HFI, considéré comme le point le plus froid de l'espace, a fonctionné durant près de 900 jours à une température de 0,1 K avec une stabilité inégalée grâce au refroidisseur à dilution développé par Air Liquide Advanced Technologies.

« Ces découvertes permettent à la science de franchir une étape décisive, s'enthousiasme Pierre Crespi, mais elles amènent d'autres questions, comme celle de la composition de la matière noire. Les technologies développées pour le LHC et Planck ont permis de remporter d'autres challenges, comme la production d'hélium dans le désert qatari, ou le refroidissement du cœur du réacteur à fusion nucléaire d'ITER. Celles qu'Air Liquide développe pour l'étude de la matière noire pourraient aussi conduire à une technologie de détection de cancers par imagerie médicale. Ces avancées nous motivent, nous poussant à relever de nouveaux défis, encore et toujours. »



Le fond diffus cosmologique (CMB) observé par Planck est un instantané de la lumière la plus ancienne dans notre univers, imprimé sur le ciel quand l'univers n'avait que 380 000 ans.

The Cosmic microwave background (CMB) as observed by Planck is a snapshot of the oldest light in our universe, imprinted on the sky when the universe was just 380 000 years old.



Cet événement enregistré avec le détecteur CMS présente les caractéristiques attendues du boson de Higgs.

This event recorded with the CMS detector shows characteristics expected from the Higgs boson.

RESEARCH

Air Liquide and the origins of the universe

Two recent major scientific discoveries have marked international research: the detection of the Higgs boson, missing link in the standard model of particle physics, and the publication of an image of the universe as it was 13 billion years ago. These two discoveries revealed our origins and transformed our knowledge of the universe... and Air Liquide took part in both.

Reproducing the conditions of the Big Bang at the LHC

On March 14, 2013, CERN scientists produced new results, confirming that the boson discovered in July 2012 was similar to the much-anticipated Higgs boson. Without the Higgs boson, the particles would never meet and could not create protons and neutrons which, combined with the electrons, form matter. Pascale Dauge, science market manager, said, "The detection of the Higgs boson is essential for physics, and led to the construction of the Large Hadron Collider (LHC) at the CERN." Air Liquid Advanced Technologies overcame several challenges to store, liquefy and transport helium for the LHC. "Technological firsts were achieved, such as the development of screw compressors in lower than atmospheric pressure or the development of centrifugal compressors functioning at low temperature."

Observing the Big Bang thanks to Planck

On March 21, 2013, the astrophysicists of the ESA published an image of the universe 13.7 billion years ago, taken by the Planck satellite, 1.5 million km from Earth. At its birth, the universe was a hot and opaque soup of particles and photons. Since then it has expanded and cooled and, by passing below 3,000°C, matter became transparent, making it possible for photons to be freely propagated for the first time. This infrared fossil radiation corresponding to a temperature of 2,725 K (- 273.05°C) came to us from every part of the sky. Planck drew up an extremely precise map, revealing the presence of lumps in the "initial cosmic soup", which condensed into a billion galaxies. To study this fossil radiation, Planck carried two scientific instruments, the HFI (High Frequency Instrument) and the LFI (Low Frequency Instrument). The HFI, considered as the coldest point in space, worked for almost 900 days at a temperature of 0,1 K with an unequalled stability thanks to the dilution cooler developed by Air Liquid Advanced Technologies. Pierre Crespi said, "These discoveries make it possible for science to reach a decisive stage, but they bring other questions, such as that of the composition of the dark matter. The technologies developed for the LHC and Planck made it possible to overcome other challenges, including the production of helium in the Qatari desert, or cooling the core of ITER's nuclear fusion engine. Air Liquid Advanced Technologies' developments for the study of the black matter could also lead to a new medical imaging technology for the detection of cancer. These projections motivate us, always pushing us to new challenges."

March 2013 will certainly remain engraved in the memory of the scientific community. The discovery of the Higgs boson at CERN was confirmed on March 14 and just a week later, on March 21, the map of the universe 380,000 years after its creation, carried out by the Planck satellite, was published.

Much in common

Beyond their simultaneity, these discoveries have much in common. Director of Innovation Pierre Crespi said, "They are closely connected, firstly by their objectives. They intend to confirm both the theory of the Standard Model, which describes the forces responsible for the phenomena of the matter, and the theory explaining the first moments of the formation of the universe. They are also connected by the skills they employed. The observation of the universe right after the Big Bang and the reproduction of certain conditions of the Big Bang in the LHC open the door to a new physics of very high energy. Studying such high energy requires extremely cold conditions." A cold so intense that only a specialist could create it. The CERN and the CNES called on Air Liquide Advanced Technologies to design and manufacture the refrigerators, which use helium, the only gas which liquefies at a temperature of 4,5 K.

::: Contacts
 pascale.dauge@airliquide.com
 pierre.crespi@airliquide.com

::: DES RÉFRIGÉRATEURS AUX PERFORMANCES INÉGALÉES

Pour le LHC, au CERN, le plus grand ensemble de réfrigération au monde

- Les 12 bancs d'essais des aimants
- 4 systèmes de réfrigération à 4,5K
- 4 systèmes de compression froide à 1,8 K
- 5 boîtes de distribution des fluides cryogéniques du LHC
- La ligne de distribution d'hélium liquide « QRL » d'une circonférence de 27 Km
- Les systèmes cryogéniques des expériences CMS et ATLAS, qui ont observé le boson de Higgs : une station de compression, un réfrigérateur 1,25 kW à 4,5 K, une boîte de distribution et une ligne de transfert cryogénique pour CMS et une station de compression azote, un réfrigérateur 20 kW à 84 K et un séparateur de phase avec boîte à vannes intégrée pour ATLAS.

Pour Planck, le réfrigérateur le plus froid de l'espace

- Le refroidisseur à dilution de l'instrument HFI, capable d'abaisser la température des détecteurs à 0,1 K, puis de stabiliser cette température au millionième de degré près. Il a fonctionné en continu durant 2 ans ½, soit 60 % de plus que la durée initialement prévue.
- Plusieurs équipements complémentaires ont été livrés pour effectuer au sol le remplissage des réservoirs d'hélium ultra pur à 300 bar, ainsi qu'une unité de contrôle permettant d'assurer le bon fonctionnement en vol du refroidisseur.

::: REFRIGERATORS WITH UNEQUALLED PERFORMANCE

CERN's LHC has the world's greatest refrigerator

- 12 test benches of magnets
- 4 refrigeration systems to 4,5K
- 4 compression systems to 1.8 K
- 5 cryogenic fluids valve chambers at the LHC
- The "QRL" liquid-helium distribution line, circumference 27 km
- The cryogenic systems of the CMS and ATLAS experiments, which observed the Higgs boson: a compressor plant, a 1,25 kW to 4,5 K refrigerator, a valve chamber and a cryogenic transfer line for CMS and a nitrogen compressor plant, a 20 Ww to 84 K refrigerator and a phase separator with integrated valve box for ATLAS.

For Planck, space's coldest refrigerator

- The HFI's dilution cooler, able to lower the temperature of the detectors to 0,1 K, then to stabilize this temperature at a millionth of a degree. It worked uninterrupted for 2.5 years, that is to say 60% longer than the initial duration.
- Several additional equipment were delivered to fill tanks with ultra pure helium tanks at 300 bar, as well as a control unit which ensured the cooler's correct operation in flight.