

# Cryoscope

# 56

www.airliquideadvancedtechnologies.com

September 2015

## ... DANS L'ACTU

### ... HOT NEWS

p. 1/6

## ... REPORTAGE

Cryofenix : vol réussi !

## ... REPORT

Cryofenix: successful flight!

p. 2/3

## ... EN CHIFFRES

- Aéronautique  
- Biogaz

## ... IN FIGURES

- Aeronautics  
- Biogas

p. 3

## ... TECHNIQUE

Simulateur de respiration

## ... TECHNICAL

Breathing simulator

p. 4

## ... PAROLE D'EXPERT

Technique innovante  
d'imagerie médicale

## ... EXPERT REPORT

Medical imagery: an  
innovating process

p. 5

## ... EDITORIAL

Cher lecteur,

Depuis toujours, Air Liquide advanced Technologies mise sur l'expertise et les compétences de ses équipes pour développer de nouveaux marchés et valoriser les technologies du Groupe au service de l'innovation, de la transition énergétique et des grands projets scientifiques.

Attachés à notre région, nous bénéficions également de ce territoire reconnu de part le monde comme l'un des hauts lieux de l'innovation\*, où la synergie entre industriels, chercheurs et universitaires est favorisée. Un lieu également reconnu par l'État puisque c'est avec fierté que nous avons reçu sur notre site Air Liquide de Sassenage, le Président de la République François Hollande accompagné par la Ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie Ségolène Royal et par le Secrétaire d'État à la Réforme territoriale André Vallini, lors d'un déplacement en Rhône Alpes le 20 août dernier. Cette visite sur le thème de la transition énergétique et de la croissance verte nous a permis de lui présenter nos activités liées à la transition énergétique de demain, autour du projet ITER mais aussi la transition énergétique d'aujourd'hui à travers l'hydrogène, la valorisation de la biomasse et la purification du biogaz.

Au fil des pages de ce numéro du Cryoscope, vous pourrez apprécier nos nombreuses autres innovations, comme l'armoire gaz connectée mise au point par nos équipes (voir l'article ci-dessous), véritable rupture en termes de design et de connectivité, notre simulateur de respiration ou encore notre réservoir xénon destiné à l'imagerie médicale.

Bonne lecture !

**Xavier Vigor, Directeur Général d'Air Liquide advanced Technologies**

\* La ville de Grenoble est la 5<sup>ème</sup> ville la plus inventive au monde selon Forbes magazine (Classement Forbes 2013)

Dear Readers,

Air Liquide advanced Technologies has always been able to count on the expertise and skills of its teams to develop new markets and valorize the Group's technologies in the service of innovation, the energy transition, and major scientific projects.

Attached to our region, we also benefit from having our base in a place that is recognized as one of the world's top sources of innovation\*, a place where synergy between businesses, researchers, and universities is actively encouraged. The importance of our region is also



Le Président de la République, François Hollande et la Ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie Ségolène Royal, accompagnés par des responsables d'Air Liquide - Pierre-Etienne Franc, Xavier Pontone, Philippe Watteau et Xavier Vigor.

French President, François Hollande and the Minister of Ecology, Sustainable Development and Energy Ségolène Royal, accompanied by Air Liquide executives Pierre-Etienne Franc, Xavier Pontone, Philippe Watteau, and Xavier Vigor.

recognized by the French government, and we were very proud and honored by the recent visit to Air Liquide's Sassenage site by French President François Hollande, accompanied by the Minister of Ecology, Sustainable Development and Energy, Ségolène Royal, and by André Vallini, Secretary of State for Territorial Reform, during their trip to the Rhône Alpes region on August 20, 2015. This trip, which was devoted to the energy transition and green growth, gave us the opportunity to present our activities related to the energy transition of tomorrow, centered on the ITER project, but also the energy transition of today, via hydrogen, biomass enhancement, and biogas purification.

As you peruse this issue of Cryoscope, you will have the opportunity to appreciate our numerous other innovations, such as the connected gas cabinet developed by our teams (see the article below), which is genuinely disruptive in terms of both design and connectivity; our breathing simulator; and our xenon tank for medical imaging.

Enjoy your read!

**Xavier Vigor, CEO of Air Liquide advanced Technologies**

\* According to the 2013 ranking of Forbes magazine, Grenoble is the world's 5<sup>th</sup> most inventive city.

## ... Dans l'Actu

## Hot News ...

## ÉLECTRONIQUE

### La première armoire gaz connectée

Les armoires gaz industrielles, ou gas cabinets, assurent le transport en toute sécurité de tous les gaz vers des équipements de production (four, dépôt, gravure...). Depuis des décennies, leur principe reste le même.

Aujourd'hui, Air Liquide offre un bain de jouvence à ces armoires, en modernisant le système de contrôle et de pilotage d'une part, et en intégrant un bloc de composants de l'autre.

Les interfaces sont accessibles par un Wi-Fi sécurisé ; cette gas cabinet rejoint ainsi la famille des objets connectés. «Pour les professionnels du semi-conducteur et des microsystèmes électromécaniques MEMS, du photovoltaïque mais aussi ceux des industries plus traditionnelles (automobiles, verrière, pharmaceutique...), c'est un grand changement qui pourrait conduire cette armoire gaz connectée à devenir LE standard, affirme Axel Soulet, responsable des développements produit pour Air Liquide Electronics Systems. Les industriels pourront désormais superviser l'exécution des tâches de toutes leurs gas cabinets de façon sécurisée depuis leur téléphone portable, mais aussi piloter ces équipements depuis une simple tablette ou leur ordinateur de travail. Un client allemand du semi-conducteur est en train de tester notre armoire, appréciant déjà les atouts de notre nouvelle solution.»

Côté hardware, Air Liquide a aussi innové en développant un design novateur intégrant les composants individuels (vannes, capteurs...) en un seul et même bloc. Les bénéfices sont multiples : gestion allégée des stocks, rapidité d'intervention, réduction des quantités de gaz utilisés...

Ces innovations combinées ont permis de réduire les coûts des armoires gaz qui pourraient chuter jusqu'à 40% ! Déjà, le coup de jeune apporté par Air Liquide Electronics Systems au gas cabinet a été plébiscité par les participants du salon international du semi-conducteur, Semicon West, tenu à San Francisco (Etats-Unis) ce juillet dernier. Nul doute que nos armoires gaz connectées permettront de nous déployer sur le marché mondial de la distribution de gaz ultra-pur jusqu'à présent dominé par nos concurrents asiatiques.



## ELECTRONICS

### The first connected gas cabinet

Gas cabinets make it possible to safely transport all types of gas to production equipment (ovens depots, engraving, etc.). For decades now, the principle behind them has remained the same.

Today, Air Liquide is giving these cabinets an update by modernizing the control and command system, on the one hand, and by integrating a block of components, on the other. The interfaces are accessible via a secure Wi-Fi; in other words, this gas cabinet joins the world of connected objects, the internet of things.

"For semi-conductor and MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) professionals, from the photovoltaic sector as well as from more traditional industries (automotive, glass, pharmaceuticals, etc.), this is a big change that could become THE standard," notes Axel Soulet, program and product manager at Air Liquide Electronics Systems. "Going forward, they will be able to supervise the performance of tasks by all of their gas cabinets securely, using their cellphones, and will also be able to command this equipment from a simple tablet device or their work PC. A German client in the semi-conductor industry is in the process of testing our cabinet and is already expressing satisfaction with our new solution."

On the hardware side, Air Liquide has also innovated by developing a novel design that integrates the individual components (valves, sensors, etc.) into a single block. The benefits are multiple: inventory management is simplified, intervention speed is greater, less gas is used and so on.

Combined, these innovations have reduced the cost of gas cabinets, perhaps by as much as 40%! Already, the face lift that Air Liquide Electronics Systems has given the

gas cabinet has garnered praise from the attendees of the international Semicon West trade fair held in the US city of San Francisco this past July. Undoubtedly, our connected gas cabinets will allow us to tackle the global market for the distribution of ultra-pure gases, which up to now has been dominated by our Asian competitors.

LANCEURS SPATIAUX

## Cryofenix : vol réussi !

C'est une Première européenne : le comportement de l'hydrogène liquide en microgravité a été observé lors d'un vol expérimental en fusée-sonde. L'expérimentation, baptisée Cryofenix, vise à optimiser les performances des prochaines générations de lanceurs Ariane.

La fièvre succède aux sueurs froides sur le pas de tir d'Esrange (*European Space research RANGE*), à 200 kilomètres au nord du cercle polaire arctique, en ce dimanche 22 février 2015 : après 3 années de travail et de rebondissements, les équipes d'Air Liquide advanced Technologies, du Centre National d'Études Spatiales et de Sweden Space Corporation participent, émues et exaltées, au lancement de la fusée-sonde Cryofenix. « Depuis des années, nous travaillons avec le CNES sur l'amélioration des codes de calculs pour évaluer le comportement et les pertes d'hydrogène et d'oxygène liquides en faible gravité, rapporte le responsable du projet Cryofenix Sébastien Bianchi. Ce projet vise à améliorer notre capacité de prédiction du comportement de ces ergols, dans les réservoirs de l'étage cryogénique des futures générations de lanceurs européens. L'objectif est à terme de garantir que les réservoirs seront dans les bonnes conditions, pour permettre le réallumage du moteur Vinci d'Ariane 6 lors de la phase balistique. »

### Un cryostat expérimental

L'aventure commence à la fin de l'année 2011, avec l'objectif de tester pour la première fois en vol le comportement de l'hydrogène liquide, durant les phases balistiques et les phases d'arrêt du moteur de la fusée. « L'idée était notamment de pouvoir observer en microgravité les conditions qui conduisent à la formation de bulles dans l'hydrogène liquide et leur impact sur le comportement thermique dans le réservoir », poursuit la responsable technique du projet Emilie Biotteau. La mission d'Air Liquide advanced Technologies a alors consisté à définir le cryostat\* expérimental et le dispositif de mise en œuvre de l'hydrogène sur la base de lancement. Le cryostat sous vide compte deux réservoirs d'hydrogène liquide (un de 2 L, l'autre de 20 L), où les phénomènes de pressurisation, dépressurisation et stratification thermique seront observés, dans différentes conditions de faible gravité.

### Un planning serré

Le vol est prévu en novembre 2013. Durant l'été, le module est expérimenté sur le site d'Air Liquide advanced Technologies à Sassenage et les remplissages en froid et en hydrogène liquide sont réalisés sur le centre d'essais. « Les entrées thermiques exigeaient d'être les plus faibles possibles et nous devions avoir le plus d'autonomie possible parce que tout allait être bouclé 1h30 avant le vol, souligne Samuel Trompezinski, responsable d'essais. Nous n'aurions plus la possibilité d'ajouter d'hydrogène si nécessaire. » Ces tests, destinés à valider les séquences de vol en hydrogène, sont effectués dans un planning extrêmement serré car le module doit rejoindre la Suède dès août 2013, pour des essais de vibrations. Puis septembre : direction le pas de tir d'Esrange, tout au nord du pays, pour les essais en conditions quasi-réelles. « 40 000 L d'hydrogène ont été fournis par l'usine Air Liquide de Wazier, décrit Samuel Trompezinski. Pour parcourir les 3 000 km jusqu'au pas de tir sur le cercle polaire, un camion-citerne a été spécialement préparé : super-isolation, châssis renforcé pour supporter les températures extrêmes, chauffage autonome... »

### Le vol reporté

Mais, à l'automne 2013, le vol est reporté après l'échec du lancement d'une fusée-sonde, propulsée par le même type de moteur que celui de Cryofenix. Durant des mois, une enquête est menée pour identifier les anomalies du moteur et trouver les solutions. Une fois le retour en vol autorisé, des essais cryogéniques sont à nouveau réalisés sur le pas de tir ; le camion et son chargement d'hydrogène rejoignent Esrange.

### Expérience réussie !

« Le dimanche 22 février 2015, tous les feux sont au vert, se souvient Sébastien Bianchi. Dix collaborateurs d'Air Liquide advanced Technologies sont présents. L'opération de préparation démarre à 4h du matin, la météo est clémente et nous permet de réaliser les opérations de déconnexion des flexibles d'alimentation... Tout est OK. Cryofenix décolle ! » La fusée monte à 260 km d'altitude et les équipes observent tous les phénomènes attendus. « Pendant les 10 minutes de vol, la tension était palpable dans le blockhaus, commente Emilie Biotteau. Nous devons diagnostiquer en temps réel les actions à réaliser lors de la séquence expérimentale, déterminantes pour la réussite de la mission. Tout s'est passé comme nous l'avions prévu : grâce aux capteurs équipant le cryostat, nous avons pu piloter les étapes successives de dépressurisation, pressurisation et stratification

SPACE LAUNCHERS

## Cryofenix: successful flight!

It's a first for Europe: the behavior of liquid hydrogen in microgravity was observed during an experimental sounding rocket flight. The goal of the research experiment, baptized Cryofenix, is to optimize the performances of the next generations of Ariane launchers.



Le camion-citerne sur le pas de tir  
The tank truck at the launch pad



Assemblage avant transfert dans la tour de lancement  
Assembly prior to transfer in the launch tower

thermique. Les caméras vidéos nous ont permis de voir l'hydrogène liquide rejoignant le fond supérieur du réservoir lors de la séparation du premier étage de la fusée, la remontée de liquide pendant les phases de dépressurisation, les bulles qui se forment en microgravité... » Freinée par un parachute, Cryofenix retombe en douceur à 80 km de la base. La fusée et ses instruments sont récupérés. « Aujourd'hui, les données enregistrées sont en cours d'analyse. Les premiers résultats confirment la précision de nos codes de calculs. Nous sommes en mesure de prédire plus finement le comportement de l'hydrogène, d'estimer les pertes dans les réservoirs d'Ariane 6 et donc d'optimiser la masse de charge utile du lanceur. Nous sommes dans la bonne direction. A suivre ! »

\* Un cryostat est un réservoir permettant de stocker des fluides à des températures cryogéniques (-253°C pour l'hydrogène liquide).

The mission of Air Liquide advanced Technologies consisted of defining the experimental cryostat\* and the system for implementing hydrogen at the launch base. Cryostat in a vacuum flask has two liquid hydrogen tanks (a 2 L and a 20 L tank), where the phenomena of pressurization, depressurization and thermal stratification will be observed under different weak gravity conditions.

### Tight planning

The flight was scheduled for November 2013. During the summer, the module underwent experimentation at the Air Liquide advanced Technologies facility in Sassenage and the cold and liquid hydrogen fill-ups were carried out at the test center. "The thermal inputs had to be as low as possible and we had to have the greatest possible autonomy because everything had to be ready, an hour and a half before take-off" notes Samuel Trompezinski, head of testing. "We would no longer be able to add hydrogen if that was required." These tests, designed to validate the hydrogen flight sequences, were carried out under extremely tight scheduling conditions because the module had to be in Sweden by August of 2013 for vibration testing. In September, the module was sent to Esrange, in the far north of Sweden, for final testing under quasi-real conditions. "40 000 L of hydrogen were supplied by the Air Liquide production unit in Wazier," says Samuel Trompezinski. "A special tanker was prepared for the 3 000 km trip to the Arctic Circle launch pad: super-insulation, a reinforced chassis to bear extreme temperatures, stand-alone heating, etc."

### The flight is postponed

But in the fall of 2013, after the failed launch of a sounding rocket propelled by the same type of engine as that of the Cryofenix, the flight was postponed. A months-long investigation was carried out to identify the engine's anomalies and find the right solutions. Once the flight was reauthorized, new cryogenic tests were conducted at the launching site and the tanker with its hydrogen load headed back to Esrange.

### Experimental success!

"On Sunday, February 22, 2015, all lights were green," recalls Sébastien Bianchi. "Ten employees from Air Liquide advanced Technologies were present. The preparation phase began at 4 am; the weather was clement, which allowed us to carry out the operations involving the disconnection of the supply hoses... Everything was a go. Cryofenix lifted off!" The rocket climbed to an apogee of 260 km and the team observed all the phenomena they were expecting. "During the ten-minute flight, the tension in the blockhouse was palpable,"

Cold sweats, followed by fevered excitement at the Esrange (European Space Research RANGE) launch pad, located 200 kilometers north of the Arctic Circle, on Sunday, February 22, 2015: after three years of hard work and many ups and downs, the teams of Air Liquide advanced Technologies, the Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) and the Sweden Space Corporation were there, moved and thrilled, for the launch of the Cryofenix sounding rocket. "For years, we have been working with the CNES on improving the numerical tools used to measure the behavior and the loss of liquid hydrogen and oxygen under weak gravity conditions," reports the Cryofenix project manager Sébastien Bianchi. "The aim of this project is to improve our ability to predict the behavior of these propellants inside the tanks of the cryogenic stage of future generations of European launchers. The ultimate goal is to be able to guarantee that the right conditions will be maintained in these tanks so that the re-ignition of the Vinci engine of Ariane 6 is possible during the ballistic phases."

### An experimental cryostat

The adventure began in late 2011, with the aim of testing, for the first time in-flight, the behavior of liquid hydrogen during the rocket's ballistic and engine burnout and coasting phases. "In particular, the idea was to be able to observe, in micro-gravity, the conditions that lead to the formation of bubbles in liquid hydrogen and their impact on the thermal behavior inside the tank," continues the project's technical manager Emilie Biotteau.



Récupération de Cryofenix après l'atterrissage  
Recovery of Cryofenix post-landing

says Emilie Biotteau. "We had to diagnose in real time what actions to take during the critical experimental sequence, decisive for the success of the mission. And everything went according to our plan: thanks to the sensors on the cryostat, we were able to command the successive stages of depressurization, pressurization and thermal stratification. The video cameras enabled us to see the liquid hydrogen impacting the upper floor of the tank during the separation of the rocket's first stage, the liquid emerging during the repressurization phases, the bubbles that form in microgravity... Its descent slowed by a parachute, Cryofenix fell softly to the ground 80 km from the base. The rocket and its instruments were recovered. "Today, the data gathered and recorded are in the process of being analyzed

and the preliminary results confirm the precision of our numerical tools. We are in a position to make more accurate predictions of the behavior of hydrogen, estimate the losses in the tanks of Ariane 6, and thus optimize the rocket's payload. We are on the right track. And there is more to come!"

\* A cryostat is a tank that stores fluids at cryogenic temperatures (-253°C for liquid hydrogen).

... Contact  
sebastien.bianchi@airliquide.fr



Vincent Leudière et Benjamin Legrand du CNES qui ont participé au projet Cryofenix  
Vincent Leudière and Benjamin Legrand from the CNES, who participated in the Cryofenix project

### ... L'EXCELLENCE DU PARTENARIAT AVEC LE CNES

Le CNES et Air Liquide advanced Technologies sont partenaires sur l'étude des ergols depuis 15 ans. Vincent Leudière, chef de projet à la direction des lanceurs du CNES, évoque les avancées de cet étroit partenariat.

« En 15 ans, nous avons établi des codes de calcul en commun, pour prédire quelles seront les pertes d'ergols en faible gravité, confie-t-il. Avant Cryofenix, nous avions déjà réalisé différentes expérimentations, comme le maintien d'oxygène liquide en lévitation magnétique ou l'observation du comportement de l'azote liquide lors de vols paraboliques. Cryofenix nous permet d'observer des phénomènes plus longs dans des conditions de vol dans l'espace, avec des volumes d'ergols plus proches de la réalité. C'est Air Liquide qui a organisé l'opération et la commande de la fusée-sonde. Nous avons partagé les choix techniques de l'expérience. L'équipe est ainsi montée en compétence, atteignant un niveau d'excellence mondial, au bénéfice de l'Europe spatiale. »

### ... AN EXCELLENT PARTNERSHIP WITH THE CNES

The CNES and Air Liquide advanced Technologies have been partners in the study of propellant fuels for 15 years. Vincent Leudière, project manager for the launcher division of the CNES, talks about the achievements of this close partnership.

"In 15 years, we have been able to establish a set of shared numerical tools to predict the loss of propellant under weak gravity conditions, he notes. "Before Cryofenix, we had already carried out a number of different experiments, like maintaining liquid oxygen in magnetic levitation or the observation of the behavior of liquid nitrogen during parabolic flights. What Cryofenix allows us to do is observe longer phenomena under space flight conditions, with volumes of propellant that are closer to reality. Air Liquide organized the operation and command of the sounding rocket. We shared the technical decisions of the experiment. This has allowed the team to gain skills, reaching a global level of excellence that benefits the European space industry as a whole."

## ... En chiffres

### ÉQUIPEMENT DE PROTECTION RESPIRATOIRE Cagoules en série

Air Liquide advanced Technologies conçoit et fabrique depuis plusieurs années des équipements de protection respiratoire, les cagoules, destinés au personnel navigant commercial. À ce jour, 70 000 cagoules ont été fabriquées dans les ateliers de Sassenage en Isère !

**70 000<sup>ème</sup>**  
cagoule  
fabriquée

Cet équipement autonome fonctionne en circuit fermé et répond à toutes les réglementations aéronautiques en vigueur. La cagoule se déploie en un temps record : moins de 15 secondes et garantit à l'utilisateur une autonomie de 15 minutes. Dès sa mise en place, elle délivre l'oxygène, puis le CO<sub>2</sub> expiré est absorbé. Pour le personnel navigant, cette cagoule apporte l'assurance d'une protection optimale contre le feu et l'hypoxie, ainsi qu'un grand confort. Elle est la plus légère du marché, s'adapte à toutes les formes de visage, permet de communiquer aisément et offre une visibilité parfaite. Bref : elle cumule les atouts !

## In figures ...

### EQUIPMENT FOR SAFE BREATHING Smoke hood manufacturing

Several years ago, Air Liquide advanced Technologies began designing and manufacturing protective smoke hoods that allow cabin crew on passenger planes to breathe freely and safely in toxic atmospheres. To date, 70 000 of these hoods have been manufactured on the Sassenage, Isère, shop floor!

**70 000<sup>th</sup>**  
smoke hood  
manufactured

This autonomous equipment operates in a closed circuit and meets all aviation regulations in force. The smoke hood can be donned in record time - less than 15 seconds - and offers the wearer fifteen minutes of operating time. The oxygen flow begins as soon as the hood is donned, and the expired CO<sub>2</sub> is absorbed. For the flight crew, this hood offers optimal protection against fire and hypoxia and is comfortable to wear. The lightest hood on the market, it is adapted to all facial shapes, enables wearers to communicate easily and affords perfect visibility. In other words: it offers every advantage!



Visionnez la vidéo de présentation de notre cagoule et de son fonctionnement par le personnel navigant sur notre site web [www.airliquideadvancedtechnologies.com](http://www.airliquideadvancedtechnologies.com)

Watch the video presentation of our hood and how it works for cabin crews on our website: [www.airliquideadvancedtechnologies.com](http://www.airliquideadvancedtechnologies.com)

### BIOGAZ

#### Des taxis chinois vont rouler au biométhane

Première commande chinoise pour la technologie de valorisation biogaz d'Air Liquide advanced Technologies :

l'épurateur destiné à l'entreprise chinoise Hangzhou Energy & Environmental Engineering sera l'un des plus importants jamais fabriqués sur le site d'Air Liquide à Sassenage, avec un débit de 1 500 Nm<sup>3</sup> de biogaz traités par heure.

« Le défi ne sera pas seulement technologique, précise Yannick Rouaud, responsable commercial, il sera aussi logistique. L'épurateur sera transporté depuis Shanghai, avant d'être installé par les équipes d'Air Liquide advanced Technologies China (ATC) chez le client dans le district d'Hutubi, au Nord-Ouest de la Chine. Un acheminement long de 4 000 km ! »

Programmée pour démarrer fin 2015, l'unité de traitement biogaz produira du biométhane à partir de fumier et de paille pour alimenter des stations-services "vertes". Une flotte de taxis fonctionnant au Gaz Naturel pour Véhicules roulera grâce à ce GNV renouvelable (bio-GNV).

**1 500 Nm<sup>3</sup>/h**  
de biogaz traités

**1,500 Nm<sup>3</sup>**  
of biogas processed  
per hour

### BIOGAS

#### Chinese taxis to run on biomethane

Air Liquide advanced Technologies has received its first order from China for its biogas upgrading technology. With 1,500 Nm<sup>3</sup> of biogas processed per hour, this purifier, intended for the Chinese company Hangzhou Energy & Environmental Engineering, will be one of the biggest ever made at Air Liquide's Sassenage site.

"The challenge is not just a technological one," explains commercial manager Yannick Rouaud, "there is also a logistic challenge. The purifier will be dispatched from Shanghai, before being installed by Air Liquide advanced Technologies China (ATC) on the client's site in the district of Hutubi, in north-west China. A 4,000 km trip!"

Due to be commissioned at the end of 2015, the biogas purification unit will produce biomethane from manure and straw in order to supply "green" service stations. A fleet of natural gas taxis will run on this renewable compressed natural gas (RCNG).

ALPES INSTRUMENTS

## Un simulateur de respirations

La société Alpes Instruments conçoit et fabrique les vannes de régulation destinées aux systèmes de génération d'oxygène embarqués, les OBOGS, développés par Air Liquide advanced Technologies. Alpes Instruments a parallèlement mis au point un simulateur, qui passe au crible de tests poussés les respirateurs embarqués "régulateurs O<sub>2</sub>". Reproduisant fidèlement la respiration des pilotes, le banc d'essais pourrait aujourd'hui servir à d'autres applications.

« Des milliers de régulateurs ont été contrôlés et validés sur notre banc d'essais intégrant un respirateur, rapporte Hervé Mennrath, Directeur Général d'Alpes Instruments. Au fil des années, notre simulateur a confirmé sa fiabilité et son efficacité. Il était dommage de réserver son usage au seul secteur aéronautique, d'autant plus qu'il existe une demande dans de nombreux domaines. »

### Aéronautique, médecine, sport, sécurité

En effet, une machine qui reproduit la respiration humaine peut avoir d'autres applications. Ainsi en médecine, le simulateur peut tester les respirateurs destinés à surveiller les cas d'insuffisance pulmonaire chez les patients. Dans le sport, il contrôle par exemple les détendeurs des bouteilles de plongée sous-marine. Dans le domaine de la sécurité, il sert à tester l'efficacité des masques à gaz.

### Un piston piloté par un capteur de position

Le principe du respirateur conçu par Alpes Instruments peut s'adapter à tous types de besoins. « Un système de pistons montés sur des joints dynamiques, gère le flux d'air. Piloté finement par un capteur de position, il est relié à un ordinateur et soumis aux ordres de pression, de fréquence, de débit, etc. d'un logiciel selon l'application, explique Hervé Mennrath. Le système est associé à une chambre de capacités variables : de 3,5 L à 6 L, couvrant une gamme étendue de volumes respiratoires, de celui d'un enfant au grand sportif. » La machine est capable d'enregistrer les courbes de

respiration d'athlètes, de personnes âgées... au repos ou soumis à un effort, et de les reproduire. Elle est complétée par le moule d'une tête humaine, qui peut accueillir un masque.

### Respiration sur tous les fronts

Le simulateur constitue un système d'essais complet, prêt à l'emploi, mais il peut aussi s'intégrer dans un banc de tests plus large. « Des respirateurs existent déjà en Grande-Bretagne ou aux États-Unis, mais ce ne sont pas véritablement des produits concurrents. Ils sont consacrés à un seul domaine, la médecine, par exemple, poursuit Hervé Mennrath. Ce sont souvent des petits appareils de table. » Développé pour l'aéronautique, un marché extrêmement exigeant, le simulateur est particulièrement fiable et robuste. Il a démontré qu'il est capable de répéter une infinité de cycles de respiration. Il est d'une précision irréprochable, grâce à de nombreux capteurs de positions, pression et débits, contrôlant le débit d'air créé par la chambre. « Le déploiement de nos bancs d'essais est effectif, conclut Hervé Mennrath. Depuis des années, il sert à contrôler les respirateurs embarqués qui équipent les avions de chasse du monde entier : le français Rafale, l'américain F35, le suédois Gripen ou l'italien M346. Il teste les masques de protection d'une société du sud de la France, dédiée à la sûreté et la sécurité. Et dans un futur proche, il pourrait être exploité par un fournisseur d'équipements de plongée sous-marine. »



Le simulateur constitue un système d'essais complet, prêt à l'emploi, mais il peut aussi s'intégrer dans un banc de tests plus large. Though the simulator is a complete test system, ready for use, it can also be integrated into a broader test bench.

ALPES INSTRUMENTS

## A breathing simulator

Alpes Instruments designs and manufactures control valves for the OBOGS – onboard oxygen generation systems – developed by Air Liquide advanced Technologies. In parallel, Alpes Instruments has developed a simulator that subjects the "O<sub>2</sub> flow control valves" to stringent testing. Faithfully reproducing the breathing profiles of pilots, the test bench could now serve other purposes.

"Thousands of control valves have been inspected and validated on our test bench integrating a respirator," reports Alpes Instruments CEO Hervé Mennrath. "Over the years, our simulators have proven their reliability and efficiency. It would have been a pity to restrict their use to the aerospace industry, especially considering the demand from various other areas."

### Aerospace, medicine, sports, safety

In fact, a machine that reproduces human breathing can be used for other purposes. In the field of medicine, for example, the simulator could be used to test the respirators that are designed to monitor patients with pulmonary insufficiency. In sports, it can be used to monitor or test the cylinder valves on oxygen tanks used for deep sea diving. In the area of safety, it can serve to test the effectiveness of gas masks.

### A piston commanded by a position sensor

The principle behind the respirator designed by Alpes Instruments can be adapted to all kinds of needs. "A motorized system mounted on dynamic seals manages the air flow. Commanded by a position sensor, it is linked to a computer and subject to pressure, frequency and speed instructions from a software program, depending on the application," explains Hervé Mennrath. "The system is in turn linked to a chamber with variable capacities: from 3.5 L to 6 L, covering an extensive range of breathing volumes – from that of a child to that of a professional athlete." The machine is able to record breathing curves – of athletes, the elderly, etc. – in a resting state or in motion, and then reproduce them. It is completed by the mold of a human head, over which a mask can be fitted.

### Breathing on all fronts

Though the simulator is a full-blown testing system, ready for use, it can also be integrated into a broader testing environment. "There are similar respirators in the UK and US markets, but these products don't really compete with ours. They are specially developed for one particular field, such as medicine, for example," says Hervé Mennrath. "They are often small table devices." Developed for use in aviation, a market that is highly demanding, our simulator is particularly reliable and robust. It has shown itself to be capable of repeating an infinite number of breathing cycles. Its level of precision is irreproachable thanks to the number of position, pressure and flow speed sensors controlling the flow of air created by the chamber. "Our test bench is, in effect, fully deployed," concludes Hervé Mennrath. "For many years now it has been used to test the onboard respirators that equip fighter jets from all around the world, from the French Rafale to the American F35, not to mention Sweden's Gripen and Italy's M346. It tests protective masks for a company based in the south of France that specializes in safety and security. And in the near future, it could be used by a supplier of deep sea diving gear."

::: Contact  
d.boulitif@alpes-instruments.com



ALPES INSTRUMENTS

et civil), médical et industriel.

Parmi les nombreux brevets déposés, les vannes de régulation de pression ou de débit gazeux ont permis la réalisation de premières mondiales comme les régulateurs d'oxygène et de combinaison anti-G embarqués sur le Rafale (avion français), le M346 (avion italien), et le F35 (avion américain).

En décembre 2012, Air Liquide, au travers de sa filiale Air Liquide advanced Technologies, achète Alpes Instruments. Alpes Instruments rejoint donc son client historique Air Liquide advanced Technologies et fait partie intégrante du groupe Air Liquide.

### ::: ALPES INSTRUMENTS ET AIR LIQUIDE ADVANCED TECHNOLOGIES

Alpes Instruments a été créée en 1985 par deux spécialistes en mécanique et électronique. La société s'est développée dans le domaine des matériels de régulation des fluides, de l'électronique, de la mécanique principalement dans les secteurs aéronautique (défense

### ::: ALPES INSTRUMENTS AND AIR LIQUIDE ADVANCED TECHNOLOGIES

Alpes Instruments was founded in 1985 by two engineers specializing in mechanics and electronics. The company pursued its development in the fields of fluid regulation equipment, electronics, mechanics, mainly in the aeronautical (defense and civil), medical and industrial sectors.

Among the numerous patents filed, pressure regulation valves or gas flow valves have been used in ground-breaking applications such as oxygen regulators and anti-G suits integrated in the Rafale (French airplane), the M346 (Italian airplane) and the F35 (US airplane).

In December 2012, AIR LIQUIDE purchased Alpes Instruments through its subsidiary Air Liquide advanced Technologies. Alpes Instruments thus joined forces with its historical customer Air Liquide advanced Technologies and is now an integral part of the Air Liquide group.



INNOVATION

# Vers une imagerie médicale fonctionnelle plus précise



L'imagerie médicale fonctionnelle TEP<sup>(1)</sup> permet de détecter les cancers et d'autres pathologies. Elle visualise l'activité des organes, grâce aux positons émis par un traceur radioactif injecté au patient. Le laboratoire SUBATECH<sup>(2)</sup> a mis au point l'imagerie tri-photonique, une technique d'imagerie innovante qui réduit les doses de médicaments radioactifs. Le point sur cette technique d'imagerie à laquelle Air Liquide advanced Technologies contribue, avec Martin Staempfli, responsable de programmes innovation.

### Expliquez-nous les enjeux qui sous-tendent cette nouvelle technologie

Les projets XEMIS<sup>(3)</sup> visent à concevoir des caméras au xénon liquide pour développer l'imagerie médicale tri-photonique, qui repose sur la reconstruction directe en 3D de la position d'un radioélément de durée de vie courte : le scandium-44. La caméra xénon offre de nombreux atouts par rapport aux technologies utilisées jusqu'à aujourd'hui, en particulier la possibilité d'augmenter le champ de vue et de proposer une résolution spatiale plus homogène. Nos objectifs sont ainsi d'améliorer la précision de la mesure de l'activité tumorale, de réduire la dose de traceurs radioactifs injectée et d'abaisser le temps d'exposition des malades. Au final, l'imagerie tri-photonique contribuera à diminuer les délais de prise en charge des patients.

### Quel est le rôle d'Air Liquide advanced Technologies ?

Le xénon est le seul gaz capable de créer des interactions avec les photons, pour produire des images. C'est un gaz extrêmement rare, qu'il faut maintenir à très basse température et à une pression contrôlée, pour qu'il reste sous forme liquide. Afin de garantir une qualité d'image parfaite, le xénon doit être ultra-pur : aucune bulle de gaz n'est admise dans l'imager ! Or Air Liquide advanced Technologies est expert de la cryogénie depuis plus de 50 ans. Nous avons une très longue expérience de la gestion des fluides cryogéniques. Nous avons travaillé sur d'autres systèmes de refroidissement d'imagerie médicale, en particulier pour le centre IRM NeuroSpin. Le groupe Air Liquide est par ailleurs fournisseur de xénon. C'est pour toutes ces raisons que SUBATECH nous a sollicités pour concevoir un réservoir cryogénique (160 K) de près de 300 L, à haute pression (70 bar), pour stocker, distribuer et récupérer de grandes quantités de xénon.

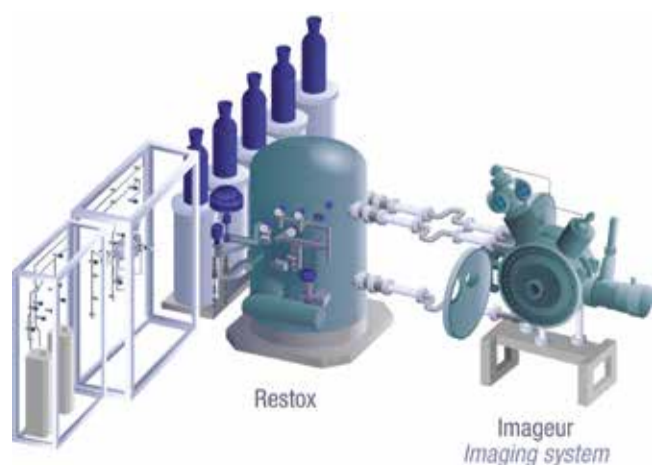
### Quelles sont les prochaines étapes ?

Le principe de fonctionnement de la caméra au xénon liquide a été démontré au cours de la première phase du projet (XEMIS 1). Aujourd'hui, notre objectif est de montrer la faisabilité d'images fonctionnelles sur un être vivant, en l'occurrence un petit animal. Le prototype de stockage et de refroidissement de xénon est en construction dans nos ateliers. Il sera livré en novembre 2015 au CHU de Nantes et connecté à l'imager pour visualiser l'activité des organes de l'animal dès 2016. Cette étape XEMIS 2 confirmerait donc la possibilité d'utiliser une grande quantité de xénon à l'état liquide dans un environnement médical. Restera à définir les phases suivantes de XEMIS, où les images pourraient être réalisées avec des caméras adaptées à l'imagerie du cerveau d'enfants ou du corps entier d'adultes !

<sup>(1)</sup>Tomoscintigraphie par Emission de Positons

<sup>(2)</sup>Laboratoire de physique subatomique et des technologies associées du CNRS à Nantes

<sup>(3)</sup>Xenon MEDical Imaging System 1, 2 et 3



Le réservoir du projet XEMIS 2 est compact. D'une hauteur d'1,5 m sur 1 m de diamètre, il est capable de supporter la forte pression interne due au xénon gazeux, mais aussi de maintenir et de récupérer à basse température le xénon liquide.  
The tank of the XEMIS 2 project is compact. Just 1.5 meters high with a diameter of 1 meter, it is built to withstand the high internal pressure due to xenon gas, but can also maintain and recover liquid xenon at a low temperature.

INNOVATION

# Towards greater precision in medical imagery

PET-CT<sup>(1)</sup> functional medical imagery is used to detect cancer and other pathologies. It visualizes the activity of organs using positrons emitted by a radioactive tracer injected into the patient. The SUBATECH<sup>(2)</sup> laboratory has developed tri-photon imaging, an innovative imaging process that reduces the required dose of radioactive drugs. Below, an in-depth look at this imaging technique, to which Air Liquide advanced Technologies is contributing, with innovation programs manager Martin Staempfli.

### Explain the challenges that underlie this new technology

The aim of the XEMIS<sup>(3)</sup> projects is to design a liquid xenon camera to support the development of tri-photon medical imaging, which is based on a direct 3D reconstruction of the position of scandium-44, a radioelement with a short half-life. The xenon camera offers a number of advantages over technologies in use up to now, in particular the possibility of increasing the field of vision and proposing a more homogenous spatial resolution. Our objectives are in fact to improve the precision with which tumor activity is measured, and to reduce both the dose of radioactive tracers injected into patients and their time of exposure. Ultimately, tri-photon imaging will help to reduce the amount of time patients are in treatment.

### What is the role of Air Liquide advanced Technologies?

Xenon is the only gas that is capable of creating interactions with photons to produce images. It is an extremely rare gas that must be kept at a very low temperature and under controlled pressure in order to remain in a liquid state. In order to ensure perfect image quality, xenon must be ultra-pure: not a single gas bubble can enter the imager! Air Liquide advanced Technologies has been a cryogenics expert for more than 50 years – that makes for extensive experience in the management of cryogenic fluids. We have worked on other medical imagery cooling systems, in particular for the MRI NeuroSpin center. The Air Liquide is also a supplier of xenon. For all of these reasons, SUBATECH asked us to design a cryo-cooler (160 K) of almost 300 L, under high pressure (70 bar), to store, distribute, and recover large quantities of xenon.

### What are the next steps?

During the first phase of the project (XEMIS 1), the functional principles of the liquid xenon were demonstrated. Today, our goal is to show that functional images are feasible on a living creature – in this case, a small animal. The xenon storage and cooling prototype is being built in our workshops right now and will be delivered in November 2015 to the CHU de Nantes and connected to the imager for the purpose of visualizing activity in the animal's organs by 2016. This stage, XEMIS 2, will hopefully confirm that it is possible to use large quantities of xenon in its liquid state in a medical setting. The subsequent stages of XEMIS remain to be defined, but will entail images being created with cameras adapted to the imagery of the brains of children or the bodies of adults!

<sup>(1)</sup>Positron Emission Tomoscintigraphy (PET-CT)

<sup>(2)</sup>CNRS subatomic physics and related technologies lab in Nantes (France)

<sup>(3)</sup>Xenon MEDical Imaging System 1, 2 and 3

Contact  
martin.staempfli@airliquide.com

### QU'EST-CE QUE LE XÉNON ?

Le krypton, le néon et le xénon sont connus sous l'appellation de gaz "rares", en raison du fait que, globalement, ils ne représentent qu'une proportion de 1/1000 de l'air qui nous entoure. Ce sont des gaz incolores et sans saveur qui n'entretiennent pas la vie. Ils sont inertes à tel point qu'ils ne réagissent pas et ne se combinent qu'avec de grandes difficultés à d'autres substances chimiques. C'est justement leur extrême inertie qui les rend très précieux pour certaines applications.

Le mot xenon vient du grec Ξένον (xenon), forme singulière neutre de Ξένος (xenos), signifiant "étranger".

Source : Encyclopédie des gaz Air Liquide

L'appli Encyclopédie des gaz est disponible sur



### WHAT IS THE XENON?

Krypton, Neon and Xenon are known as "rare" gases, since combined they only account for one thousandth of the air which surrounding us. These colorless and tasteless gases cannot sustain life. They are so inert that they do not react and can only be combined with other chemical substances with great difficulty. Their extreme inertness makes them very valuable for certain applications.

The name xenon comes from the Greek word Ξένον (xenon), neuter singular form of Ξένος (xenos), meaning foreign, strange, or host.

Source : Air Liquide Gas Encyclopedia

The gas Encyclopedia app is available on



TURQUIE

L'université d'Ankara scrute la matière

Le système cryogénique destiné à refroidir les cavités supraconductrices de l'accélérateur linéaire de particules TARLA (Turkish Accelerator and Radiation Laboratory in Ankara) est livré et installé sur le campus Golbasi d'Ankara. « Cet équipement conduit la Turquie à devenir acteur de la recherche en physique, confie Simon Crispel, expert HELIAL. Le "Free electron laser" (FEL) créé par TARLA permettra de scruter la matière, afin de réaliser des travaux de recherche dans de nombreux domaines, comme les sciences des matériaux ou la biomédecine. »

Dans le cadre de TARLA, Air Liquide advanced Technologies a bâti sa solution autour d'un réfrigérateur hélium standard, l'HELIAL MF. « Pourtant, le projet en lui-même n'a rien de standard, puisque le fonctionnement optimal des cavités exige un refroidissement à 1,8 K, en deçà de la température de l'hélium liquide (4,5 K), ce qui nécessite un dispositif de pompage à très basse pression (16 mbar absolus) connecté directement au cryomodule, » poursuit Simon Crispel.

Très impliqué dans la définition de l'architecture cryogénique du projet, Air Liquide advanced Technologies a donc fourni un réfrigérateur HELIAL, deux compresseurs de cycle, une boîte froide spécifique incluant un compresseur cryogénique Air Liquide et des échangeurs thermiques, un groupe de cinq pompes de circulation d'hélium basse pression ainsi que des lignes cryogéniques et des stockages (hélium liquide, gazeux et azote liquide).

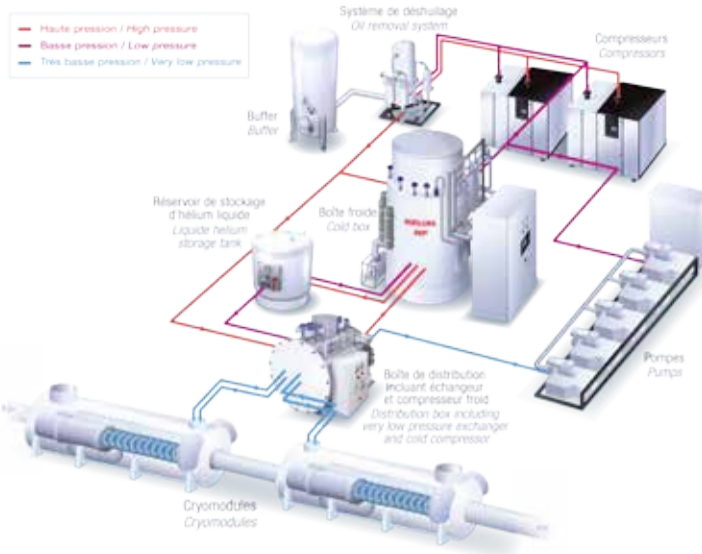
TURKEY

Ankara University scrutinizes matter

The cryogenic system designed to cool the supraconducting cavities of the linear particle accelerator TARLA (Turkish Accelerator and Radiation Laboratory in Ankara) has been delivered to and installed at Ankara's Golbasi campus. "This facility is leading Turkey to its role as a genuine player in physics research," says Simon Crispel, HELIAL expert. "The Free Electron Laser (FEL) created by TARLA will be used to scrutinize matter in order to conduct research in a number of areas, including material science and biomedicine."

In connection with the TARLA project, Air Liquide advanced Technologies built its solution around the HELIAL MF. "However, there is nothing at all standard about the project itself, since the cavities have to be cooled to a temperature of 1.8 K in order to run optimally, which is below the temperature of liquid helium (4.5 K), and which in turn requires a very low pressure pumping system (16 mbar absolute pressure) directly connected to the cryo-module", explains Simon Crispel.

Very involved in the process of defining the project's cryogenic architecture, Air Liquide advanced Technologies provided the HELIAL refrigerator, two cycle compressors, a special cold box that includes an Air Liquide cryogenic compressor, heat exchangers, a five-pump low pressure helium circulation system, and cryogenic lines and storage (liquid and gaseous helium and liquid nitrogen).



Vue 3D de l'ensemble du système cryogénique  
3D image of the entire cryogenic system

ÉNERGIE HYDROGÈNE

Coup d'accélérateur pour la mobilité hydrogène !

Cette année en France, le déploiement de l'énergie hydrogène passe à la vitesse supérieure. La région Rhône-Alpes, qui compte 80 % des acteurs français de la filière énergie hydrogène, se dote de stations de recharge. La première est installée sur le site d'Air Liquide à Sassenage ; une seconde le sera à l'automne à Grenoble. Ces stations sont fournies dans le cadre du projet HyWay, premier programme de déploiement de flottes captives de véhicules électriques à hydrogène. En juin 2015, 21 véhicules Renault Kangoo ZE-H2 ont été livrés à Grenoble. Il s'agit de la plus importante flotte européenne de véhicules électriques avec prolongateurs d'autonomie à hydrogène.

En logistique aussi, la situation évolue. Air Liquide a installé une station de recharge hydrogène sur la plateforme logistique de FM Logistic à Neuville-aux-Bois, près d'Orléans en mars dernier. Le site devient ainsi le premier en Europe à convertir l'ensemble de sa flotte de chariots à l'hydrogène. La station alimentera à terme 84 chariots munis de piles à hydrogène. Ce projet est le résultat de la coopération entre les six partenaires du projet HAWL (Hydrogen And Warehouse Logistics) subventionné en partie par le FCH-JU (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking) : Air Liquide, HyPulsion, FM Logistic, Toyota Material Handling, Crown et Diagma.



La station de recharge de Sassenage alimente les 21 véhicules Renault Kangoo ZE-H2  
The Sassenage charging station services 21 Renault Kangoo ZE-H2 vehicles



Station de recharge hydrogène FM-Logistic à Neuville-aux-Bois  
Hydrogen charging station of FM-Logistic at Neuville-aux-Bois

HYDROGEN ENERGY

Hydrogen mobility kicks into high gear!

This year, the deployment of hydrogen energy in France is officially kicking into high gear. The Rhône-Alpes region, which is home to 80% of France's players in the field of hydrogen energy, is in the process of installing charging stations. The first one was installed at Air Liquide's Sassenage site and a second will be installed this fall in Grenoble. These stations are part of the HyWay project, the first program of its kind for the deployment of captive fleets of hydrogen-powered electric vehicles. In June 2015, 21 Renault Kangoo ZE-H2 vehicles were delivered in Grenoble, part of the largest European fleet of electric vehicles with hydrogen based range extenders.

The situation in terms of logistics is also evolving. Air Liquide has installed a hydrogen charging station on the FM Logistic platform at Neuville-aux-Bois, near the French city of Orléans, last March. This makes the site the first in Europe to convert its entire fleet of forklift trucks to hydrogen power. Eventually, the station will fuel 84 forklift trucks equipped with hydrogen batteries. This project is the result of a cooperative effort involving the 6 partners of the HAWL (Hydrogen And Warehouse Logistic) project, subsidized in part by the FCH-JU (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking): Air Liquide, HyPulsion, FM Logistic, Toyota Material Handling, Crown, and Diagma.

CRYOSCOPE  
TRIMESTRIEL JANVIER 1996 NUMÉRO 1  
Ariane 5 parie sur l'hélium  
Cryopiégeage : coup de froid sur les polluants  
AIR LIQUIDE - DIVISION TECHNIQUES AVANCÉES

Janvier 1996, première édition du Cryoscope  
January 1996, first issue of Cryoscope

ENQUÊTE

Devenez acteur du Cryoscope !

En 2016, le Cryoscope aura 20 ans ! À cette occasion, nous avons décidé de lui offrir une nouvelle jeunesse. Pour que cette prochaine formule corresponde parfaitement à vos attentes, nous vous demandons de partager vos envies, vos avis, vos points de vue, vos suggestions. Souhaitez-vous plus d'infographies, de nouvelles rubriques ou des fiches techniques ? Êtes-vous attaché au format papier ou au contraire préférez-vous passer au numérique ? Vous aimeriez relier certains articles avec du rich media ? N'hésitez plus : ouvrez le champ des possibles...

Participez au futur du Cryoscope en flashant le QR code ci-contre ou en vous rendant sur [www.airliquideadvancedtechnologies.com](http://www.airliquideadvancedtechnologies.com)  
Trois minutes suffisent pour répondre au questionnaire de lectorat.



SURVEY

Play an active role in Cryoscope!

In 2016, Cryoscope will turn 20! To mark this occasion, we have decided to give Cryoscope a new lease on life. To ensure that this next format matches your expectations to a T, we are asking you to share your opinions, viewpoints, needs and suggestions. Do you want more infographics, new regular columns or technical sheets? Are you attached to reading a paper version of the newsletter or would you prefer to go digital only? Would you like to link certain articles with rich media? Don't hesitate: open up the field of possibilities!

Take part in the future of Cryoscope by flashing the QR code opposite or go to [www.airliquideadvancedtechnologies.com](http://www.airliquideadvancedtechnologies.com)  
It only takes three minutes to answer to the survey!

