

LE CRYOSCOPE

MAGAZINE DE LA DIVISION DES TECHNIQUES AVANCÉES

Fluides en impesanteur à bord de l'A300 Zéro-G

REPORTAGE P. 4 ET 5



À bord de l'A300 Zéro-G le 12 mars 2009, Julien Tanchon, Samuel Trompezinski et Jérôme Lacapère de l'équipe Air Liquide DTA.

P. 2, 3
P. 10, 11

TÉLÉGRAMMES
Les nouvelles
d'Air Liquide DTA

P. 6, 7

TECHNIQUE
Température requise à
volonté

P. 8, 9

**DTA
HORS LES MURS**
À l'Est, du nouveau

P. 12

PAROLE D'EXPERT
Véronique Grabié et l'avenir
de l'HYLIAL

ISIS : satisfaction totale

Le laboratoire de Rutherford Appleton, basé près d'Oxford, qui dirige la source à neutrons ISIS, a demandé à Air Liquide DTA d'assurer la maintenance d'un ensemble d'équipements qu'elle a conçu. *« Cette demande s'inscrit dans la continuité de notre prestation, rapporte Simon Crispel, ingénieur produit. Elle constitue la preuve de la confiance du laboratoire de Rutherford Appleton en notre expertise et nos produits. »*



L'installation d'essai sur site, à Sassenage.

Le nouvel équipement ISIS Target Station 2 (TS2) est destiné à des applications de recherche dans le domaine de la physique, de la chimie, de la biologie, des matériaux... Pour étudier la matière, les neutrons produits sont ralentis par deux modérateurs, refroidis grâce au système cryogénique développé, fabriqué et testé chez

Air Liquide DTA. Ce dispositif complexe est constitué d'une station de compression d'hélium, de deux boîtes froides hélium, d'une boucle cryogénique d'hydrogène liquide unique au monde, de lignes cryogéniques à double enveloppe destinées à alimenter les modérateurs et offrant la possibilité d'être démontables par un système entièrement robotisé. *« Toute la particularité de ce projet était de faire cohabiter les équipements situés dans une zone à la fois radioactive et ATEX (ATmosphères EXplosibles), liée à la présence d'hydrogène, explique Simon Crispel, obligeant notamment à déporter l'ensemble des dispositifs électroniques. C'est une première pour ce type d'installation cryogénique et nous avons relevé le défi. »*

En plus, les compétences et les moyens d'essais disponibles à Sassenage ont encouragé le laboratoire à solliciter Air Liquide DTA, pour valider le fonctionnement des ensembles formés par les modérateurs et les équipements cryogéniques, avant de les livrer sur le site d'ISIS. Aujourd'hui, le système complet a été mis en place dans son environnement définitif et ses performances sont très satisfaisantes.

VECC augmente sa puissance froide

Depuis plus de vingt ans, l'institut de recherche VECC (Variable Energy Cyclotron Center) à Calcutta (Inde) utilise un réfrigérateur/liquéfacteur d'hélium conçu par Air Liquide DTA : un HELIAL 50 livré en 1988. Aujourd'hui, VECC a commandé la version HELIAL 2000 du réfrigérateur, dans le but d'augmenter sa puissance froide et ainsi de renforcer les capacités de tests de son accélérateur de particules.

L'institut de recherche a également commandé une boîte à vannes cryogéniques, qui servira à connecter l'HELIAL 50 à l'HELIAL 2000.

HELIAL en Suède : une double première

En fournissant un HELIAL au Département de microtechnologie et de nanoscience de l'Université de Chalmers, basée à Göteborg en Suède, Air Liquide DTA a fait coup double : *« Non seulement il s'agit de notre première vente en Suède, confirme Christof Roling, responsable commercial marché scientifique, mais en plus, nous avons fabriqué le premier HELIAL SL de notre nouvelle gamme de liquéfacteurs standard. »*

Cette opération a également permis d'utiliser un tout nouveau moyen d'essais, pour qualifier l'HELIAL SL. *« Ce banc est spécifiquement dédié aux tests sur liquéfacteurs, précise-t-il. Il est capable de tester l'ensemble du système de liquéfaction, et en particulier les turbines, les échangeurs et l'épurateur. Avec cet équipement, nous avons même pu tester les fonctionnalités du dewar* du client. »*

Le nouveau banc renforce les capacités de test fonctionnel des équipements cryogéniques sur le site d'Air Liquide DTA et dote ses équipes d'atouts supplémentaires : pouvoir présenter la machine en opération au client dès l'étape de qualification et proposer une première formation en réel sur le liquéfacteur.

**Un dewar est un stockage cryogénique d'hélium liquide.*

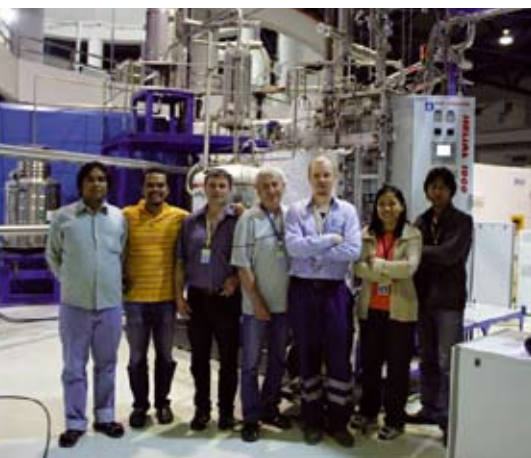


Des membres de l'Université de Chalmers et de l'équipe d'Air Liquide DTA lors des essais de l'HELIAL à Sassenage.

Des références à Taïwan en optoélectronique !

Air Liquide DTA vient de démarrer deux systèmes pour Innolux, entreprise basée à Taïwan, spécialisée dans la fabrication d'écrans LCD-TFT pour ordinateurs, téléphones portables et cadres numériques : un épurateur d'azote ULTRAL LN₂ et une baie d'analyse en ligne (CQC). Ce sont les premières références d'Air Liquide DTA en optoélectronique à Taïwan. L'ULTRAL, prévu en secours d'une unité de production d'azote gazeux, peut purifier jusqu'à 16 000 L/h d'azote liquide, au niveau du ppb (particule par milliard). D'une technologie exclusive, protégée par un brevet, cet épurateur est le seul dispositif qui purifie l'azote à l'état liquide. L'avantage ? Il permet d'épurer beaucoup plus de volume qu'un épurateur de type gaz, et à un coût plus attractif. Quant au CQC, il mesure en temps réel la pureté des gaz vecteurs utilisés dans la fabrication des écrans LCD : hydrogène, azote, argon et oxygène. Les mises en service de l'ULTRAL et du CQC ont été effectuées par ATC (Advanced Technology China), qui a joué les rôles d'interlocuteur commercial et d'interface technique avec Innolux. Une présence géographique locale qui a particulièrement été appréciée par le client dans ce projet.

De la cryogénie pour le synchrotron thaïlandais



Les équipes du SLRI et d'Air Liquide DTA au démarrage de l'HELIAL 1000.

Le premier synchrotron thaïlandais faisant appel à la cryogénie – Synchrotron Light Research Institute SLRI – va bientôt lancer ses premières particules, avec un module cryogénique. Mais avant cela, Air Liquide DTA a démarré le système froid

qu'elle a conçu et fabriqué à cette occasion : un HELIAL 1000, associé à un épurateur interne et un compresseur de récupération d'hélium. L'hélium produit servira à refroidir le cryostat de l'installation. «Ce projet est particulier, décrit Aurélie Praud, responsable de projet. Non pas sur le plan technique, mais sur son mode de sélection du fournisseur. Il a été obtenu par enchères inversées – une singularité dans le monde de la cryogénie! En outre, un incendie en fin de montage de l'installation est venu malheureusement perturber le déroulement du projet. Résultat : le SLRI nous a demandé de leur fournir un nouveau compresseur pour remplacer le précédent, détérioré. Au final, tout s'est parfaitement bien déroulé, notamment grâce à une collaboration étroite avec le client, attentif et consciencieux. Aujourd'hui, l'installation fournie réalise les performances attendues. En phase terminale du démarrage, nous testons le mode de transfert de liquide dans un dewar de test du client.»

Coup de jeune pour les refroidisseurs Joule-Thomson

La technologie de refroidissement à détente Joule-Thomson dédiée à l'optronique infrarouge est une des expertises que développe Air Liquide DTA depuis plus de quarante ans. Déjà, des dizaines de milliers de refroidisseurs ont été vendus. En 2008, l'activité optronique d'Air Liquide DTA liée à ce type de refroidisseur s'est accélérée. «Deux fabricants majeurs de détecteurs de rayonnement infrarouge, ont, en effet, commandé de grandes quantités de refroidisseurs», confie Lionel Balland, responsable de ces produits.

Mais surtout, en 2009, Air Liquide DTA développe de nouveaux démonstrateurs, exploitant une innovation brevetée par Air Liquide, pour réduire le temps de mise en froid des détecteurs. «Pour refroidir d'une température de 300 K à une température inférieure à 100 K, la durée passe de l'ordre de la minute à la seconde, malgré des masses thermiques en augmentation. Les détecteurs infrarouges sont, de cette manière, plus rapidement opérationnels.»

Cette nouvelle technologie présente d'autres atouts : elle permet de réduire le nombre de pièces complexes, comme les micro soufflets, les pointeaux ou encore les pièces de guidage. L'innovation exploite les contractions différentielles entre les matériaux ainsi que les propriétés thermodynamiques d'un gaz, qui participent à l'amélioration de la vitesse de mise en froid et à l'augmentation de l'autonomie.

Aujourd'hui, le premier de ces démonstrateurs est en cours de tests sur le cryostat d'un client, au centre d'essais de Sassenage.



Des refroidisseurs de la taille d'un trombone.

Réservoirs d'Ariane : l'aventure continue

Trente ans que cela dure ! Le site de Sassenage avait fourni le premier réservoir d'Ariane 1 lors de son premier vol le



En fabrication sur le site d'Air Liquide DTA, un réservoir d'oxygène liquide.

24 décembre 1979. Aujourd'hui, Air Liquide DTA vient de signer avec Astrium SAS un contrat pour un lot (appelé PB) de 35 réservoirs d'oxygène liquide (RLOX) et 35 réservoirs du sous-système d'hélium liquide (SSHEL) en version Ariane 5 Evolution.

«Les livraisons des réservoirs sont prévues d'octobre 2009 à juin 2014, affirme Pierre-Yves Sauvignat, responsable du projet, avec des cadences de livraison programmées de 8 pour l'année 2009, puis une prévision de cadence 7 jusqu'à la fin du contrat PB.»

Cette production de réservoirs, dans la ligne droite de celle du lot PA*, a exigé de mettre en place une organisation favorisant proximité et réactivité. Pour répondre à cette exigence, les vingt personnes de l'équipe techniques et les douze personnes du management du projet, du service qualité, du bureau d'études, de la gestion de configuration ont été réunies sur un même plateau. Les expertises soudure, structure, thermique fonctionnelle et mesure y ont également été rassemblées.

*21 réservoirs RLOX et 30 réservoirs SSHEL, depuis 2005 jusqu'à août 2009, pour la dernière livraison.

FUTURS LANCEURS

Un code de calcul pour ergols cryogéniques en Zéro-G

Les données obtenues sur le comportement thermo-hydraulique de l'azote liquide en vol parabolique seront utilisées pour valider un code de calcul numérique permettant de prévoir celui des ergols⁽¹⁾ en phase balistique.

À la demande du CNES, les études sur la faisabilité d'un étage cryogénique avec phase balistique et moteur réallumable mobilisent de nombreux acteurs industriels. À Sassenage, le savoir-faire en matière de cryogénie avancée est mis à contribution – notamment avec le démonstrateur HX⁽²⁾ – en vue de résoudre la gestion de l'hydrogène et de l'oxygène liquide en état d'impesanteur. Pour préparer les solutions qui permettront de maîtriser le comportement des ergols,



Le rack d'expérimentation avec, sur le côté gauche, le cryostat identifiable par la présence d'un hublot.

FICHE TECHNIQUE DU VOL PARABOLIQUE

Dates : 10, 11 et 12 mars 2009

Durée de chaque vol : 3 heures

Durée d'impesanteur : de 20 à 22 s

Altitude : entre 7 500 et 8 500 m

Encombrement du rack :

1,50 m x 0,60 m x 0,60 m

Poids : plus de 250 kg

Air Liquide DTA a besoin de modéliser ce qui se passera au niveau des fluides à l'intérieur des réservoirs en phase balistique. Dans ce but, des campagnes de mesures sont effectuées grâce à deux dispositifs d'essais permettant de créer des conditions de gravité faible ou nulle : la lévitation magnétique (lire encadré) et le vol parabolique.

Comme tout objet, en état d'impesanteur, les ergols sont en sustentation. Ceci est une contrainte car, suite à des écarts de température entre les parois du réservoir et les phases liquides ou gazeuses, les déperditions peuvent être importantes, surtout durant une phase balistique pouvant durer jusqu'à cinq heures. Afin de minimiser la quantité d'ergol embarqué et d'optimiser la charge utile des lanceurs, il convient donc d'analyser et de mesurer des phénomènes physiques élémentaires comme l'ébullition, l'évaporation, les variations de pression, la condensation.

Impesanteur

En mars, une équipe d'Air Liquide DTA a participé à une campagne de vols paraboliques à bord de l'A300 Zéro-G de Novespace⁽³⁾. Pour des raisons de sécurité, il était impossible d'effectuer l'expérience « CryOgenic » avec de l'hydrogène ou de l'oxygène. Un cryostat spécifique



De gauche à droite, l'équipe d'Air Liquide DTA : Samuel Trompezinski (ingénieur essais), Jean-Christophe Rey (ingénieur développement), Julien Tanchon (ingénieur système), Jérôme Lacapère (chef de projet CryOgenic) et Adrien Rodrigues (assistance au sol).

rempli de 250 ml d'azote liquide a donc été conçu. Il comportait de nombreux capteurs de température et de pression, notamment à proximité de la surface libre, afin de recueillir des données permettant d'évaluer le transfert de masse aux interfaces. Grâce à une caméra extérieure, les phénomènes physiques ont été filmés. Associé au cryostat, la technologie de refroidisseur cryogénique pulse tube LPTC⁽⁴⁾ a permis de limiter les entrées thermiques, et donc la déperdition d'azote. Le rack expérimental comportait également des équipements électroniques et d'autres spécifiques comme un accéléromètre à haute sensibilité en microgravité. En effet, même en état d'impesanteur, les ergols seront soumis à de petites gravités résiduelles qu'il convient d'intégrer dans le code de calcul.

Lors de cette campagne organisée par le CNES, trois sorties aériennes effectuant chacune 31 paraboles ont été programmées.



À Bord de l'A300 Zéro-G, au-dessus du rack d'expérimentation, de gauche à droite : Julien Tanchon (ingénieur système), Jérôme Lacapère (chef de projet CryOgenic) et Jean-Baptiste Béhar, responsable CNES de la 75^e campagne de vols paraboliques.

Par « paraboles », il faut entendre les arcs de trajectoire suivis par un avion, en montée puis en descente entre 24 et 48 000 pieds. Ces manœuvres permettent d'obtenir jusqu'à 22 secondes de pesanteur réduite ou d'impesanteur⁽⁵⁾. Durant chaque vol parabolique, les ingénieurs ont réitéré leur expérience une vingtaine de fois et, en les faisant varier, ont étudié différents paramètres tels que le type de pressurisation, le flux thermique appliqué en paroi, le niveau de remplissage du réservoir.

Modélisation

Sur les phénomènes physiques, cette campagne d'essais n'a fait que confirmer ce que l'on savait déjà. Mais les mesures obtenues durant les paraboles, où de fortes variations de pression ont été enregistrées, vont permettre d'enrichir les données et d'augmenter notre confiance dans la validation du code de calcul. Il en est de

téristiques physiques, la modélisation numérique du comportement des ergols est en bonne voie. À terme, elle permettra de prescrire des solutions technologiques adaptées, en vue de maîtriser les phénomènes attendus et prévisibles durant la phase balistique des futurs lanceurs. Auparavant, il faudra dès la fin 2010 franchir une autre étape : celle des essais en

même avec fusée sonde avec une phase de faible gravité, plus longue et moins perturbée.

(1) Un ergol est une substance homogène employée seule ou en association avec d'autres substances et destinée à fournir de l'énergie pour un lanceur.

(2) Lire « Briques technologiques pour futurs lanceurs » dans le Cryoscope n° 39.

(3) Une quarantaine de personnes représentant une douzaine d'équipes menaient leurs propres expérimentations.

(4) Développé par Air Liquide DTA pour des applications comme CSO (Satellite d'Observation Français) ou MTG (Météosat Troisième Génération), le LPTC a réalisé son premier vol de démonstration en microgravité, démontrant ainsi sa fiabilité et ses performances en conditions opérationnelles.

(5) Pour en savoir plus sur les vols paraboliques, visitez le site internet : novespace.fr

Contact : jerome.lacapere@airliquide.com

Olga ou la lévitation magnétique

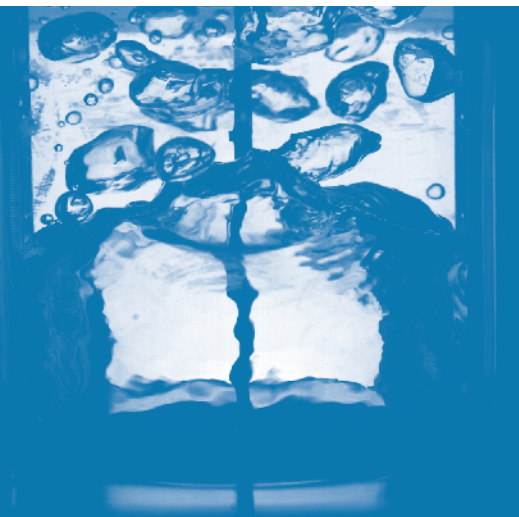
Utilisée pour l'hydrogène au Service des basses températures de Grenoble par le CEA, la lévitation magnétique permet d'obtenir des conditions de microgravité au sol.

Pour ses propres applications, Air Liquide DTA l'applique désormais à l'oxygène liquide après avoir bénéficié du support du CNES et de la collaboration du CEA. Baptisée Olga – Oxygen Low Gravity Apparatus – la station met en œuvre une bobine supraconductrice refroidie à l'hélium liquide. Pour ce fluide paramagnétique, elle permet de compenser les forces de pesanteur par la force magnétique.

Placé dans une cellule de 3 cm de diamètre, l'oxygène liquide est ainsi levité, ce qui permet de mesurer les phénomènes d'ébullition et de capillarité. Comme le montrent ces images, plus la gravité baisse, plus la fréquence et la vitesse de détachement des bulles diminuent alors que leur taille augmente.



Évolution de la taille des bulles d'oxygène liquide en fonction de la gravité résiduelle.



En phase d'impesanteur, l'image d'une masse d'azote liquide en ébullition.

DE LA CHIMIE À L'AÉRONAUTIQUE

Température requise à volonté

La circulation d'un fluide caloporteur refroidi à l'azote liquide permet aux centrales froides « Alaska » d'assurer la thermorégulation d'un réacteur ou d'un fluide dans toute application industrielle. Des performances appréciées dans le domaine de la chimie fine et de l'aéronautique.

La plupart des réactions chimiques étant exothermiques, certains industriels recherchent des solutions techniques permettant d'obtenir du froid – de façon continue ou intermittente – en vue de créer des conditions de production stables. Pour des essais de qualification, certains laboratoires sont également conduits à réguler la température de

composants hydrauliques fluides. Mise au point par Air liquide DTA de longue date, la maîtrise des conditions thermiques de process fait aujourd'hui l'objet d'une gamme de solutions commercialisée sous le label Alaska. Jusqu'à une puissance frigorifique de 100 kW, les solutions sont standard. Elles peuvent cependant être personnalisées en fonction de la nature

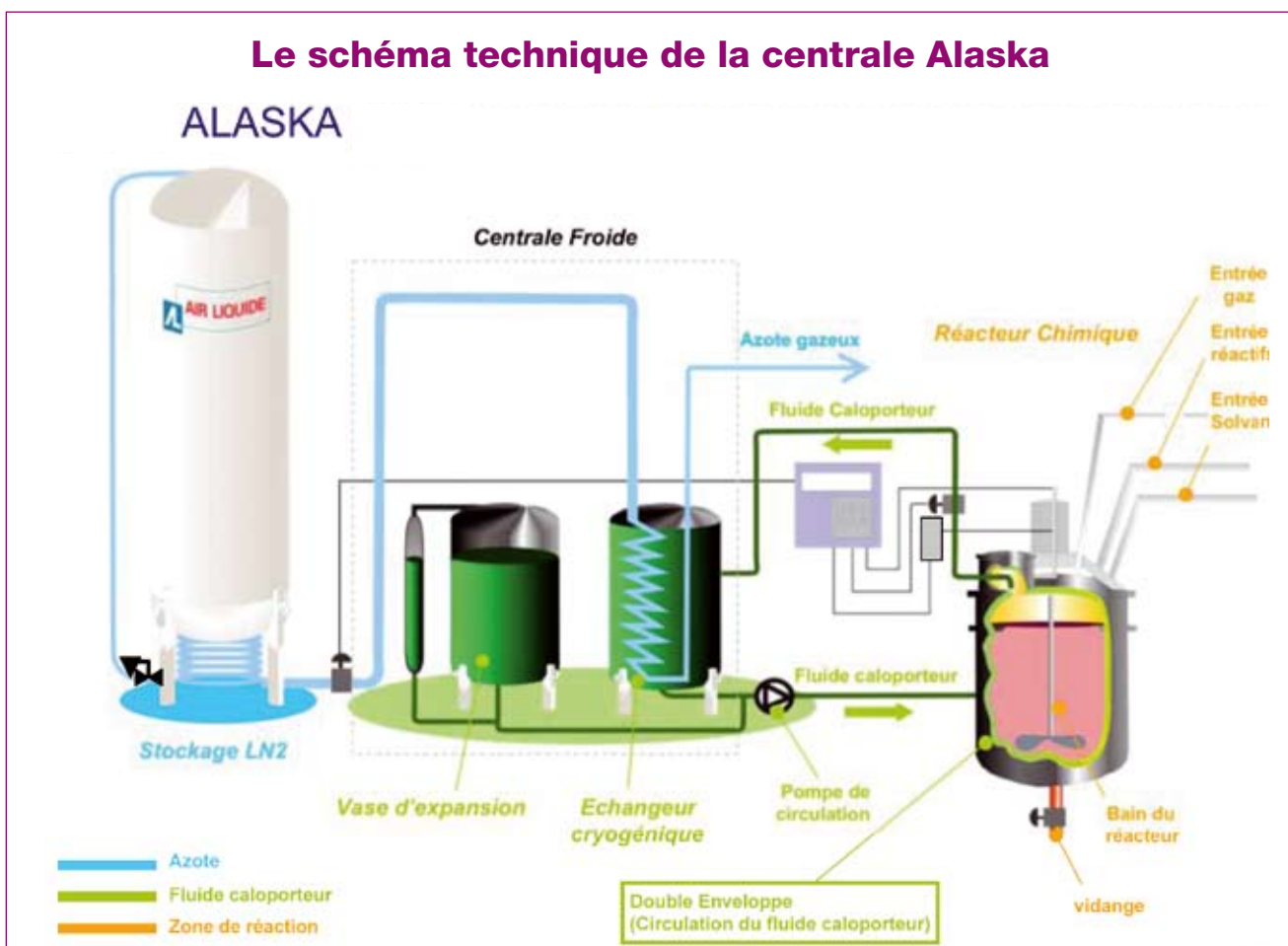
du process ou des équipements du client. Des installations sur mesure peuvent également être élaborées pour des puissances pouvant aller jusqu'à 400 kW.

Refroidir pour agir

Au cœur de la centrale de régulation thermique Alaska se trouve un élément essentiel : l'échangeur de chaleur (voir schéma). C'est là que, acheminé depuis le réservoir de stockage, l'azote liquide vient refroidir le fluide caloporteur⁽¹⁾. Ce dernier circule ensuite en direction du réacteur chimique afin d'y stabiliser les conditions de fonctionnement à une température déterminée⁽²⁾.

Outre l'échangeur de chaleur, la centrale Alaska comprend aussi une pompe permettant la circulation du fluide

Le schéma technique de la centrale Alaska





La centrale Alaska, installée sur le site de Carbogén Amcis (Bubendorf, Suisse).

la vapeur d'eau fournie sur le site ou par un réchauffeur électrique. L'architecture de cette installation est particulière puisque, à la demande du client, un troisième échangeur à eau glycolée a été intégré en vue de faire redescendre rapidement le réacteur chimique à température ambiante.

rencontrées à 10000 mètres d'altitude. La régulation de la température et la pression du kérosène sont deux critères que les équipes d'Air Liquide DTA ont dû intégrer dans le développement de cette nouvelle centrale froide.

(1) Spécifiée par Air Liquide DTA, la nature de ce fluide est variable en fonction des températures. Ce sont généralement des huiles silicones, ou encore des alcools, du chlorure de méthylène, voire des mélanges...

(2) En général, dans le domaine de la chimie fine, la température est comprise entre -80 et -100 °C. La gamme Alaska peut cependant permettre d'atteindre -140 °C.

Contact :
jean-daniel.fleurette@airliquide.com

caloporteur entre l'échangeur, le réacteur et le réservoir d'expansion, ainsi qu'un coffret de commandes permettant de réguler l'ensemble du système.

Cette configuration a été mise en œuvre par Air Liquide DTA pour la centrale Alaska commandée par Carbogén Amcis (Suisse) qui produit et fournit aux industriels de la pharmacie les principes actifs nécessaires aux médicaments qu'ils commercialisent. Cette centrale froide est dotée d'une puissance de 100 kW. Une réalisation exemplaire par la rapidité d'exécution demandée : moins de trois mois entre la commande et la mise en service de la centrale froide Alaska !

Applications multiples

Le plus souvent, nos clients industriels expriment aussi un besoin de variation rapide de température «inverse», ceci afin de pouvoir développer toutes leurs applications en un minimum de temps. S'ils ne disposent pas sur leur site d'un équipement permettant de le faire, Air liquide DTA peut également rajouter à la centrale un « module chaud » standardisé dans les mêmes gammes de puissance que le module froid.

C'est le cas de l'installation livrée à l'entité de Moux (Pyrénées-Atlantiques) du Groupe chimique international Novasep (ex-Finorga) qui élabore des « molécules de synthèse actives » pour ses clients. Elle comporte un deuxième échangeur de chaleur d'une puissance de 400 kW, le fluide caloporteur étant alors réchauffé par de

La chimie n'est pas le seul domaine d'applications où la thermorégulation à basse température est une nécessité impérieuse. Dans le domaine de l'aéronautique, Air Liquide DTA a déjà conçu et livré une centrale froide pour ramener la température des pièces mécaniques d'avion à -55 °C en vue de les qualifier. Ainsi, au printemps 2009, Air Liquide DTA a développé une centrale dans le but de qualifier des moteurs d'avion, en reproduisant au sol les conditions opérationnelles

CHIFFRES CLÉS

Carbogen Amcis

Puissance froide : 100 kW

Température du process : - 90 °C

Novasep Moux

Centrale froid chaud (CFC) 75 kW-400 kW

Température du process : - 60 °C



Avant livraison sur le site de Novasep, vue d'ensemble de la centrale Alaska intégrant les trois échangeurs thermiques.

CHINE

Coup de booster pour l'activité

Advanced Technology China (ATC) est aujourd'hui bien implantée sur le territoire chinois et asiatique. Malgré la situation économique mondiale en berne, son activité est même particulièrement dynamique, avec de nombreux démarrages d'installations cryogéniques au cours du premier semestre 2009 et de grands projets prévus pour les mois à venir.

« Nos équipes sont sur tous les fronts actuellement, se félicite Domenico D'Andrea, Directeur d'ATC. Beaucoup d'installations ont, en effet, été livrées en 2008 par DTA ; nous sommes chargés de les démarrer. Reste la problématique de la gestion des effectifs : actuellement, lorsqu'une personne part en démarrage une semaine, c'est 33 % de l'équipe qui est absente... »

Et la liste d'équipements est longue, rien que pour ce début d'année 2009 :

Pour Taïwan, ATC démarre un épurateur d'azote liquide ULTRAL LN₂ et une baie d'analyse en ligne (CQC) pour Innolux, spécialisée dans la fabrication de cellules photovoltaïques.

Pour Singapour, c'est un CQC associé à un système de contrôle commande

intégré – un Scada – pour le fabricant de semi-conducteurs IMFT.

Pour la Corée, deux ULTRAL H₂ 700 Nm³/h sont actuellement en cours de fabrication en France et le démarrage est également prévu cette année.

Pour la Chine, les démarrages sont au nombre de trois.

- Pour Hynix, ATC démarre un analyseur de gaz ultrapur pour la plus grosse usine de semi-conducteurs en Chine. C'est le troisième CQC fabriqué chez Air Liquide DTA destiné à ce site.

- Pour Amplesun, fabricant de cellules photovoltaïques, c'est un épurateur d'hydrogène ULTRAL LH₂.

- Et pour HQCEC, producteur de polysilicône (composant intermédiaire intervenant dans la fabrication de semi-conducteurs et de cellules photovoltaïques), ATC démarre un autre ULTRAL H₂, mais cette fois-ci d'une capacité de 300 Nm³/h. C'est le premier en Chine.

« De nouvelles perspectives s'ouvrent également à nous dans les mois à venir, poursuit Domenico D'Andrea. Je citerai deux projets d'envergure. La probable fourniture de deux autres CQC, dont l'un est remarquable, car il serait le deuxième au monde équipé d'un quadruple spectromètre de masse, capable d'analyser



Wang Jing (Air Liquide Electronics Product Quality Manager) et Zhang Hui (Air Liquide Wuxi Gas Center Manager), à l'occasion du démarrage du CQC Hynix 3.

des impuretés en quantité infinitésimale dans quatre gaz simultanément. Seul un autre CQC de ce type existe dans le monde, installé sur le site de micro et nanotechnologies de Crolles, près de Grenoble.»

« Même si notre activité en Chine est encore très soutenue, conclut Domenico D'Andrea, notre développement ne se réalise pas sans difficultés. Les entreprises sont prudentes en cette période économique morose. Pour réussir, nous devons donc être particulièrement réactifs, vigilants et proposer des prix très compétitifs. Notre force tient dans notre organisation mise en place avec Air Liquide China. Nous travaillons en véritable synergie. »

Contact :
domenico.dandrea@airliquide.com



Domenico D'Andrea, Directeur d'ATC.

JAPON

Les rencontres fusent

Manifestement, ATJ (Advanced Technology Japan), a déjà bien pris ses marques sur le territoire japonais, après moins d'une année d'activité. Pour preuve : deux événements au Japon, auxquels ATJ a participé, et qui lui ont permis de nouer d'excellents contacts dans les secteurs de l'hydrogène énergie et du spatial. Ces contacts seront – n'en doutons pas – sources de nouveaux développements pour ATJ.

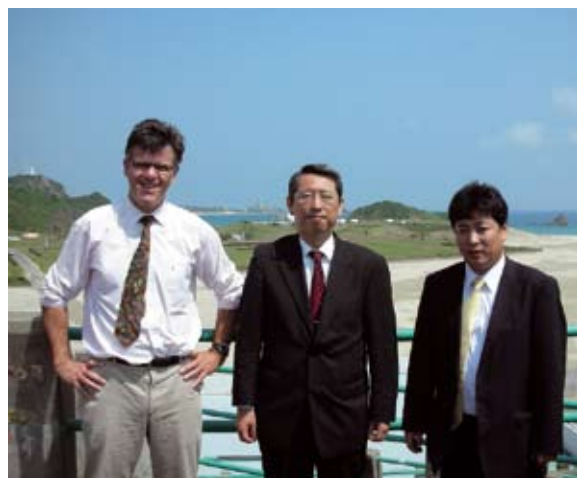
Fuel Cell Expo

Les 25 et 27 février 2009 s'est déroulé la cinquième édition de la Fuel Cell Expo. Ce salon est un rendez-vous privilégié pour les entreprises et les laboratoires, concepteurs d'innovations relatives au développement de l'utilisation de l'hydrogène énergie et de la pile à combustible. Spécialiste en la matière, ATJ a présenté ses produits phare devant plus de 26 000 visiteurs. En vedette : la station-service à hydrogène d'Air Liquide DTA. En proposant de l'hydrogène à 700 bar, la station donne plus d'autonomie aux véhicules, tout en réduisant dans le même temps la durée de remplissage de ses réservoirs.

«Ce salon fut aussi l'occasion de présenter notre système de purification biogaz, confie Ikuo Hirase, responsable marketing H₂ Énergie chez ATJ, et de rencontrer beaucoup de clients potentiels comme Toyota, Honda, NEDO (New Energy and industrial technology Development Organization), Tokyo Gas, etc. Une exposition très fertile pour nos projets.»



Ikuo Hirase et Takeshi Manabe (Design H₂ Energy) sur le stand d'ATJ de la Fuel Cell Expo.



Pierre Crespi, Directeur d'ATJ, en compagnie de deux collaborateurs de JAG : Syuho Iwakuma, responsable, et Isahyoshi Ishihara, commercial.

Tanegashima Rocket Contest

Le domaine spatial n'est pas en reste! Le cinquième Tanegashima Rocket Contest, sponsorisé par la filiale japonaise d'Air Liquide JAG (Japan Air Gases) a eu lieu les 19 et 20 mars dernier au Centre spatial de l'Agence spatiale japonaise JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), sur l'île de Tanegashima, dans le sud du Japon. «À cette occasion, j'ai pu m'entretenir avec plusieurs responsables de JAXA et du constructeur aéronautique MHI pour comprendre le fonctionnement de leurs installations, relate Pierre Crespi, Directeur d'ATJ. Ces entretiens m'ont déjà permis d'identifier un besoin potentiel du Centre Spatial, que nous serions en mesure de satisfaire. Nous pourrions en effet fournir à JAXA un liquéfacteur, à l'image de celui que nous avons déjà livré en Chine, pour récupérer l'hydrogène perdu par évaporation dans les stockages. Une petite partie de cet hydrogène liquide pourrait être utilisée – pourquoi pas ? – pour alimenter des véhicules à pile à combustible circulant sur le Centre.

Nous avons pu, ensuite, exposer ces idées à Kouchiyama-san, Directeur des Lanceurs de JAXA. Une opportunité qui ouvre de belles perspectives pour ATJ. » À suivre...
Contact : pierre.crespi@JapanAirGases.co.jp

OBIGGS : des « protos » pour les « hélicos » coréens

Après les hélicoptères Tigre (Allemagne) et ALH (Inde), le générateur d'azote autonome OBIGGS* conçu par Air Liquide DTA devrait bientôt équiper les premiers prototypes de l'hélicoptère coréen KHP. « Pour les premiers hélicoptères qu'elle conçoit et fabrique, KAI – Korean Aerospace Industry, nous a commandé deux prototypes d'OBIGGS, pour protéger leurs réservoirs de carburant contre les risques d'explosion », décrit Benoît Planchenault, responsable du projet.

« Le challenge de ce projet ? Le délai extrêmement court pour effectuer la conception et le développement de l'OBIGGS, insiste Benoît Planchenault. Pour respecter le planning, nous nous sommes appuyés sur le développement réalisé dans le cadre d'un projet similaire. » À deux contraintes techniques près : les modules de séparation de l'air sont conçus pour produire un air plus riche en azote et contiennent deux membranes polymères, au lieu d'une, et le système présentera une résistance renforcée aux vibrations, pour protéger l'OBIGGS installé près du moteur.

Lors de la phase de qualification qui a suivi, l'OBIGGS a notamment été testé sur le nouveau banc d'essai aéronautique d'Air Liquide DTA, le « pot vibro-climatique » avec succès (voir télégramme ci-dessous).

« D'ici à fin 2009, les OBIGGS auront subi leurs premiers essais en vol. Viendront alors en 2011 la négociation et la production de série des générateurs d'azote :

250 OBIGGS sont prévus en fabrication, mais ceci est une autre histoire... »

*On Board Inert Gas Generating System.

Vibrations sur Sassenage

Pour répondre aux spécifications clients et renforcer les offres de qualification de ses équipements, Air Liquide DTA s'est dotée d'un banc d'essai inédit – un « pot vibro-climatique » –, qui permettra notamment de réaliser des « environnemental stress screening (ESS) ». Il s'agit de tests de vibration combinés à des cycles de températures, destinés à mettre en évidence des défauts latents sur des équipements. Ce moyen d'essais pourra également être utilisé pour valider la résistance en vibration de nouveaux produits.

Ce type d'essais était jusqu'à présent sous-traité dans des laboratoires spécialisés. « Ce banc, capable de faire vibrer une masse de 60 kg sous une accélération de 45 G, à des températures

La 100^e du Salon du Bourget : à ne pas manquer !

Après le centenaire du GIFAS* célébré en octobre 2008, c'est au tour du salon du Bourget de fêter ses 100 ans du 15 au 21 juin prochain. Vitrine mondiale des innovations et des hautes technologies de l'aéronautique et du spatial, Air Liquide DTA ne pouvait en aucun cas manquer ce rendez-vous incontournable.

Une nouvelle occasion pour illustrer l'ensemble des interventions d'Air Liquide DTA dans le domaine de l'aéronautique et du spatial et de présenter ses dernières innovations technologiques. Venez les découvrir sur notre stand n° F48 du Hall 2B.

*Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales



Fab en série pour les F-35 et les M346

F-35. C'est signé : la première commande pour la fabrication en série des ensembles de régulation d'oxygène et anti-G, destinés au JSF/F-35, le futur avion militaire américain de l'avionneur Lockheed Martin, a été lancée, avec en prévision, quatre lots d'équipements dès septembre. « C'est une étape cruciale dans l'exécution du programme souligne Vincent Perrin, responsable du programme F-35. À partir de cette date, nous fournirons à l'équipementier aéronautique britannique Honeywell Aerospace Yeovil, notre client, un ensemble de régulation d'oxygène et anti-G par mois. » Mais dès aujourd'hui, après avoir satisfait à la vérification des performances à Sassenage (France) et à la qualification environnementale au Royaume-Uni, les ensembles de régulation d'oxygène et anti-G sont évalués en réel par des pilotes – en centrifugeuse et en caisson d'altitude – à Brooks (Texas) aux États-Unis. Jean-Michel Cazenave, expert Air Liquide DTA aéronautique, supervise les essais sur place.



© SMD (Office of Italian Ministry of Defence)

M346. La fabrication de série des OBOGS* pour l'avion d'entraînement et d'attaque au sol M346 d'Alenia Aermacchi a démarré ! « En 2001, nous avons signé le développement du système OBOGS ; en 2004, le proto de l'OBOGS a réalisé son premier vol, se souvient Emmanuel Fantuzzi. Aujourd'hui, la production commence ! » L'armée italienne a en effet commandé à Alenia Aermacchi quinze avions M346, pour lesquels Air Liquide DTA

va fournir les OBOGS. Six seront livrés dès janvier 2010. « Dans le cadre de ce projet, nous avons partagé les risques du développement avec Alenia Aermacchi, explique Emmanuel Fantuzzi. Notre investissement commence à payer. Et au final, la fabrication d'environ 600 M346 est prévue pour les trente prochaines années. Autant d'OBOGS en prévision ! » *On Board Oxygen Generating System.

comprises entre -60 et +180 °C, permet d'effectuer directement à Sassenage les tests de qualification de nos prototypes, détaille Alain Blanc, responsable coordination clients aéronautique. Il vient d'ailleurs d'assurer la qualification du prototype de l'OBIGGS des hélicoptères coréens KHP. Il sert également aux essais ESS des produits de série – pour mettre en évidence leurs éventuels défauts de « jeunesse ». »

Le pot vibro-climatique est composé d'un vibreur d'une capacité de 53 kilo-Newtons, couplé à une table horizontale et d'une enceinte climatique d'un mètre cube. Il peut produire plusieurs sortes de vibrations : aléatoires, sinusoïdales, de sinus sur bruit (aléatoires + sinusoïdales) et de chocs.

Herschel et Planck : de la terre au big-bang

Le 14 mai 2009, la fusée Ariane 5 a lancé deux des plus prestigieux et plus complexes satellites de la cosmologie actuelle : Planck et Herschel. Les principaux acteurs du projet étaient présents au centre spatial de Kourou pour voir les satellites partir dans l'espace et les équipes d'Air Liquide DTA s'étaient réunies pour assister, en direct, à la retransmission du lancement sur le site de Sassenage.

Planck a emporté à son bord l'instrument HFI, dont les détecteurs constitueront le point le plus froid de l'espace (0,1 K). Cet instrument vise à mesurer le rayonnement fossile laissé par le big-bang il y a plus de 13 milliards d'années. Pour ce projet exceptionnel, les équipes d'Air Liquide ont travaillé en collaboration étroite avec les experts de l'Institut Néel (CNRS, Centre National de la Recherche Scientifique, France) et l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS) pour le compte du Centre National d'Études Spatiales (CNES, France). Un bel exemple de partenariat.

Herschel, le plus grand télescope jamais lancé dans l'espace, observera l'Univers dans les domaines de l'infrarouge lointain jusqu'au submillimétrique, pour remonter le temps jusqu'à la période de formation des galaxies et étudier la chimie des nuages moléculaires, aux stades les plus précoces de la formation des jeunes étoiles. Air Liquide DTA avait livré dès 2006 deux équipements d'exception : le refroidisseur à dilution fournissant la température proche du zéro absolu pour HFI et un réservoir de 2400 L d'hélium superfluide parfaitement étanche pour refroidir les instruments d'Herschel.

« Nos équipes démontrent une nouvelle fois leur capacité à relever des défis majeurs dans le domaine de la cryogénie. Engagé depuis presque cinq décennies dans l'aventure spatiale, Air Liquide confirme sa présence aux côtés de la communauté scientifique en développant des technologies innovantes au service de la science pour repousser les frontières de la connaissance », rappelle François Darchis, membre du Comité Exécutif du Groupe Air Liquide, supervisant les Technologies Avancées.



Le satellite Planck à son arrivée à Kourou.

MELFI : c'est reparti !

Déjà 1000 jours à bord de l'International Space Station (ISS) ! Depuis août 2006 en effet, deux turbines développées et fabriquées par Air Liquide DTA sont en orbite autour de la terre, à bord de l'ISS. Les turbines équipent un rack du réfrigérateur MELFI (Minus Eighty Degrees Laboratory Freezer for the ISS). La première, installée dans la boîte froide du rack, produit le froid ; la seconde installée dans un container spécial est embarquée en secours. « En réalité, relate Jonathan Buquet, responsable du projet, deux autres turbines ont aussi été livrées dans le passé et installées dans la boîte froide des deux autres MELFI déjà fournis respectivement à la JAXA (agence spatiale japonaise) et à la NASA, par l'intermédiaire de l'Agence Spatiale Européenne ESA. »

Les quatre premières turbines avaient été dimensionnées pour fonctionner durant deux ans en orbite. Mais, du fait d'une réorganisation des vols des navettes américaines, les retours sur terre des turbines pour maintenance, prévue initialement tous

les deux ans, sont désormais impossibles. « C'est dans cette perspective que l'ESA nous a demandé une étude d'extension de la durée de vie de la turbine au-delà de deux ans, explique Jonathan Buquet. Elle nous a également commandé deux systèmes de maintenance en vol, afin d'assécher l'azote utilisé pour le fonctionnement de la turbine. »

Le premier modèle de vol du système de maintenance en question, appelé NCPS pour « Nitrogen Cycle Purge System », a d'ailleurs été réceptionné en mars 2009. Il sera en principe envoyé sur l'ISS en juillet prochain via la navette américaine, en même temps que les deux autres turbines d'Air Liquide DTA prévues pour être installées dans un des deux racks MELFI. Et ce n'est pas tout : deux autres turbines viennent d'être fabriquées et devraient être livrées d'ici l'été 2009, afin d'équiper le dernier rack MELFI.

* MELFI conserve à -80 °C des échantillons biologiques dans un objectif d'expériences pour les sciences de la vie.

Des soudures exposées dans l'espace

Objectif de la mission EXPOSE pilotée par le CNES : évaluer les effets de l'environnement spatial sur des molécules organiques solides ou des mélanges gazeux, en vue de préparer les missions d'exploration spatiale, comme la future mission martienne européenne Exomars.

« Les cellules de la mission EXPOSE ont été installées le 10 mars dernier à l'extérieur de la Station Spatiale Internationale, explique Jacques Tailhades, responsable du marché spatial. Ces cellules sont prévues pour rester 18 mois dans l'espace, où elles subiront les effets des rayonnements solaires avant d'être ramenées sur terre pour analyse. Air Liquide DTA a été contactée par le CNES pour participer à cette expérience pour son savoir-faire reconnu dans la soudure de haute précision, qu'il s'agisse de soudure d'objets de taille millimétrique comme les cellules de la mission EXPOSE, ou de réservoirs de lanceurs spatiaux. »

Les cellules développées par le CNES présentaient des taux de fuite incompatibles avec la durée de l'expérience. Le risque en effet, c'est qu'après 18 mois dans l'espace, les cellules ne contiennent plus d'échantillon à analyser. Pour résoudre ce problème, Air Liquide DTA a remplacé la liaison collée entre le verre et le métal du corps de la cellule par un brasage verre-métal et a été chargée de sceller la cellule, après son remplissage, par soudage laser. « Encouragé par les performances de nos solutions, le CNES nous a sollicités une nouvelle fois pour améliorer les performances optiques des cellules de la mission EXPOSE suivante, qui pourrait démarrer en 2011. »



Les cellules de la mission EXPOSE ont été installées à l'extérieur de l'ISS.

HYLIAL : nouveaux marchés, nouvelles technologies

Air Liquide DTA a livré son premier liquéfacteur d'hydrogène automatique – un HYLIAL – pour le centre spatial BLC (Beijing Launch Corporation) en Chine. Avec les besoins d'hydrogène liquide qui augmentent dans le monde, cet HYLIAL pourrait être le premier d'une longue série. Perspectives avec Véronique Grabié, ingénieur produit liquéfaction hydrogène/hélium.

Qu'est-ce qu'un HYLIAL ?

L'HYLIAL est un liquéfacteur d'hydrogène, capable de fournir 600 à 1500 L/h d'hydrogène liquide*, et destiné aux centres de liquéfaction de petites et moyennes capacités, pour alimenter des véhicules fonctionnant à l'hydrogène, des centres d'essais spatiaux, ou encore la microélectronique...

L'HYLIAL fonctionne sur le principe de l'HELIAL, le liquéfacteur d'hélium commercialisé par Air Liquide DTA depuis trente ans. Il met en jeu un cycle de réfrigération hélium avec un pré-refroidissement azote, utilise des compresseurs à vis lubrifiées et est équipé de deux turbines à palier gaz statique. Précisément, notre technologie limite le nombre de turbines et augmente la fiabilité du liquéfacteur. La différence avec l'HELIAL : les contraintes de sécurité liées à l'inflammabilité de l'hydrogène. En

conséquence, l'HYLIAL est construit en conformité avec la réglementation ATEX (ATmosphères EXplosibles).

Air Liquide DTA est née en 1962 avec la technique de liquéfaction d'hydrogène. Pourquoi n'a-t-elle pas lancé les HYLIAL avant les années 2000 ?

Air Liquide DTA développe depuis plus de quarante ans un savoir-faire unique dans la maîtrise de la chaîne de l'hydrogène, c'est vrai. Mais, jusqu'à présent, nous étions principalement impliqués sur des applications destinées à des laboratoires de recherches, avec des besoins faibles d'hydrogène liquide, ou aux usines de distribution d'hydrogène de grande capacité. Aujourd'hui des demandes de moyenne capacité sont apparues, avec le développement du secteur de l'hydrogène énergie et avec l'émergence de pays comme la Chine et l'Inde dans le spatial. C'est précisément dans ce domaine que la première commande pour un HYLIAL a été signée.

Quelle fut cette première commande ?

Cet HYLIAL a été conçu et fabriqué à la demande du centre spatial BLC, basé près de Pékin, qui avait besoin d'hydrogène liquide, pour réaliser des essais moteurs pour des lanceurs. Le centre chinois a fait appel à Air Liquide DTA, en se fondant sur notre expertise dans le domaine de la liquéfaction d'hélium. Vis-à-vis d'autres



liquéfacteurs d'hydrogène du marché, l'HYLIAL a gagné en facilité d'exploitation, en modularité et en fiabilité, notamment parce que notre technologie limite les contraintes ATEX à la seule boîte froide de la machine. La machine installée au BLC a même démontré une capacité de production supérieure aux prévisions, pour une consommation électrique inférieure. Démarrée en six semaines, c'est une vraie réussite !

À l'issue de cette première réalisation, quelles sont les perspectives de marché pour les HYLIAL ?

Le marché est naissant, mais diversifié. Il intéresse le secteur de l'hydrogène énergie, des industriels pour la re-liquéfaction des gaz d'évaporation (boil-offs) de réservoirs de stockages, des gaziers pour la revente d'hydrogène à des tiers, des institutionnels du monde spatial et des centres d'essais et de recherche, etc. Nous sommes très optimistes pour l'avenir de notre gamme de liquéfacteurs d'hydrogène standard.

*La gamme commercialisée par Air Liquide DTA comprend l'HYLIAL 600, l'HYLIAL 800 et l'HYLIAL 1500.

Contact :
veronique.grabie@airliquide.com

