

↻ **AIR LIQUIDE**  
**Innovover**  
**pour durer**





## Mini Bio Olivier Delabroy



➡ Olivier Delabroy est directeur de la recherche et développement d'Air Liquide. Il définit l'orientation stratégique de la R&D du groupe et gère son réseau mondial de centres R&D (Europe, Amérique du Nord, Asie).

Il débute sa carrière en 1998, chez Air Liquide, à la R&D dans le domaine de la combustion et de la métallurgie. Il prend ensuite la direction d'American Combustion (ACI), une division d'Air Liquide Advanced Technologies US, dont le siège est basé à Atlanta (États-Unis).

De retour en France en 2004, il occupe différentes responsabilités managériales, et prend la direction industrielle et logistique du département « gaz industriel services » d'Air Liquide. Il est alors en charge des usines de conditionnement et de la logistique bouteille et vrac associée.

En 2010, il est chargé par le comité exécutif du groupe de définir le nouveau chapitre du programme stratégique d'Air Liquide pour la période 2011-2015, le programme Alma, avant de revenir à la R&D comme directeur R&D.

Diplômé de Centrale Paris, titulaire d'une thèse de doctorat, Olivier Delabroy est l'auteur de plusieurs brevets dans le domaine des technologies de combustion, de la réduction de la pollution et de la sidérurgie.

► Né d'une invention – la liquéfaction de l'air –, le groupe Air Liquide est aujourd'hui numéro un mondial du secteur des gaz pour l'industrie, la santé et l'environnement. On peut dire que la recherche est littéralement inscrite dans les gènes du groupe industriel. Innovation rime avec croissance durable, traduisant les nouvelles motivations d'Air Liquide. En effet, 60 % du budget de la recherche, au sens large du terme, sont consacrés aux problématiques environnementales et à la protection de la vie.

TEXTE : DJAMEL KHAMÈS. PHOTOS : AIR LIQUIDE.

Le 28 octobre dernier, Rémi Charachon, directeur de la filiale d'Air Liquide en Chine, inaugurait le premier laboratoire de recherche du groupe français dans ce pays. C'est un signe important de la montée en puissance de l'industriel dans le pays le plus peuplé de la planète. Créé en coopération avec l'université de Zhejiang, ce laboratoire mènera des travaux sur l'oxycombustion, une technique qui permet d'augmenter la productivité de la combustion tout en abaissant l'émission de polluants, les oxydes d'azote (NOx) en particulier, grâce à la substitution de l'air par l'oxygène.

Air Liquide ajoute ainsi un nouveau partenariat académique à ses huit centres de recherche de rang mondial : France, Allemagne, États-Unis, Japon... (voir la liste complète dans l'encadré de la page ci-contre). Olivier Delabroy, jeune directeur de la R&D du groupe Air Liquide, à la tête de ce département depuis quelques mois, rappelle que « le budget innovation s'élève à 218 millions d'euros, soit près de 2 % du chiffre d'affaires 2009 ». C'est l'un des plus importants de son secteur, sinon le premier. Le groupe Air Liquide comprend un millier de chercheurs de trente nationalités différentes, un

véritable avantage pour appréhender la complexité des problèmes et des situations à travers le monde. Le groupe dépose chaque année près de trois cents brevets, seul ou avec des partenaires industriels (une centaine environ) et des laboratoires de recherche publics (plus de cent vingt). Le stock de brevets cumulé à ce jour, plus de 8 400 protégeant 2 500 innovations, est un bon indicateur de la force innovatrice d'Air Liquide (voir la courbe annuelle de production de brevets page ci-contre).

### ► Un plan d'action décliné en trois axes

Faut-il rappeler l'importance de l'innovation pour Air Liquide ? Le groupe explique, noir sur blanc, qu'« aujourd'hui, plus d'un tiers du chiffre d'affaires est réalisé grâce à des applications qui n'existaient pas il y a seulement dix ans ». Cela est en concordance avec l'une de ses ambitions déclarées : « Ouvrir les portes de nouveaux marchés avant les concurrents, en repoussant les frontières géographiques et technologiques. »

Olivier Delabroy souligne que « la politique d'innovation d'Air Liquide a été définie en intégrant les enjeux sociétaux, comme l'allongement de l'espérance de vie, la raréfaction des



## LES 9 PRINCIPAUX CENTRES DE R&D D'AIR LIQUIDE

- Centre de recherche Claude-Delorme (Les Loges-en-Josas, France)
- Centre technique des applications du soudage (Saint-Ouen-l'Aumône, France)
- Frankfurt Research & Technology Center (Francfort, Allemagne)
- Air Liquide Laboratories (Tsukuba, Japon)
- Delaware Research & Technology Center (Newark, Delaware, États-Unis)
- Laboratoire du centre de R&D de l'université de Zhejiang (Chine)
- SEPPIC, produits de base pour la pharmacie et la cosmétique (Castres, France)
- ANIOS, produits de la désinfection (Lille, France)
- Schulke Mayr, produits d'hygiène et de désinfection (Allemagne)



ressources primaires, notamment fossiles, et les préoccupations environnementales, de plus en plus aiguës ». La recherche et développement y répond par un plan d'action décliné en trois axes : pour une vie plus saine, dans un monde communicant et pour un environnement durable avec le développement durable pour dénominateur commun. Celui-ci représente d'ailleurs 60 % des dépenses en innovation.

### ► Rendre l'énergie propre

Plusieurs centres de R&D travaillent sur la thématique de l'énergie propre pour trouver des solutions au terrible effet ciseaux qui se profile : dans un avenir plus ou moins proche, les ressources en énergie fossile ne suffiront plus à alimenter en énergie des populations de plus en plus nombreuses à

### ➡ Évolution du nombre de dépôts de brevets depuis 2004



Malgré la crise 2008-2009, Air Liquide a continué à investir dans la R&D. Son budget global est resté inchangé.





## AIR LIQUIDE VALORISE SES INVENTEURS



PROGRAMME DE RECONNAISSANCE DES INVENTEURS 2010

Air Liquide a cœur à récompenser les inventeurs qui contribuent à sa croissance. Pour cela, le groupe a mis au point un système de valorisation singulier : les ventes rendues possibles par les inventions des collaborateurs sont mesurées sur une période de cinq à dix ans. Si les résultats sont bons, les inventeurs qui répondent aux critères considérés sont reconnus par l'entreprise (voir photo ci-dessus) et touchent une participation financière proportionnelle au montant des ventes des produits concernés.

en consommer. Air Liquide contribue à résoudre cette problématique grâce aux recherches menées, par exemple, dans les domaines de l'énergie photovoltaïque, de l'hydrogène énergie et des biocarburants de seconde génération.

Les différentes technologies photovoltaïques qui captent la lumière pour la transformer en énergie électrique sont constituées de semi-conducteurs, notamment à base de silicium polycristallin ou de dépôts de couches minces sur du verre. Les procédés nécessaires à leur fabrication nécessitent des gaz en grande quantité et de très haute pureté : azote, hydrogène, monosilane et autres gaz, en particulier pour le dopage du silicium. Air Liquide est aujourd'hui l'un des principaux fournisseurs de fabricants de cellules photovoltaïques dans le monde. Le groupe

Outre l'hydrogène, dont Air Liquide maîtrise l'ensemble de la chaîne – depuis la production jusqu'au stockage et à la distribution –, le groupe travaille sur des technologies pour produire de l'hydrogène « vert » ainsi que sur les biocarburants de seconde génération.

a encore signé récemment plusieurs contrats en Chine, en Malaisie, à Taïwan ainsi qu'au Japon. Selon Air Liquide, ses clients « sont capables de produire 13 000 MW crête par an, soit environ 50 % de la production mondiale ».

L'hydrogène représente une source d'énergie prometteuse. Utilisé dans une pile à combustible, il produit de l'électricité en émettant de l'eau uniquement, constituant ainsi une source d'énergie propre. Le groupe maîtrise également l'ensemble de la chaîne : de la production du combustible à son stockage, jusqu'aux infrastructures nécessaires pour assurer sa distribution, grâce à des stations de distribution d'hydrogène et des réservoirs automobiles capables de supporter une pression de 700 bars. Selon l'industriel, « le coût de la pile à combustible a été divisé par dix en quatre ans ». Aujourd'hui, des flottes de bus (Whistler - Colombie britannique, Canada) et de chariots-élévateurs (de Wal-Mart - Alberta, Canada) fonctionnent à l'hydrogène grâce aux technologies d'Air Liquide. Le groupe

est également impliqué dans cette filière outre-Rhin, les fabricants d'automobiles y étant particulièrement moteurs.

L'hydrogène est aujourd'hui produit à partir du méthane, principal constituant du gaz naturel. Pour aller encore plus loin et produire un hydrogène parfaitement « vert », Air Liquide travaille sur des technologies de production d'hydrogène à partir de ressources renouvelables.

Enfin, les biocarburants de seconde génération sont privilégiés par Air Liquide, car ils sont issus de la biomasse produite à l'aide de la partie non comestible des plantes : bois, déchets végétaux... Outre la préservation de la partie alimentaire des végétaux, ces biocarburants permettent de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> à des taux parfois très élevés (90 %). Air Liquide, qui intervient avec son procédé Bioliq, en explique ici le processus : « Au cours de la première étape, la paille est transformée en brut synthétique ; la deuxième étape consiste à chauffer ce brut pour le gazéifier et produire un gaz de synthèse, un mélange d'hydrogène et de monoxyde de carbone ; troisième

étape, ce gaz sera ensuite transformé en méthanol. Il est destiné aux raffineurs qui fabriquent un diesel par un autre procédé. »

### ► Préserver davantage l'environnement

Limiter les émissions de CO<sub>2</sub> est l'une des quêtes majeures de la R&D d'Air Liquide. Cela est illustré par deux programmes de la recherche du groupe : l'oxycombustion et le captage et le stockage du dioxyde de carbone.

Les industries de transformation des matières premières, comme les fabricants de verre, d'acier ou d'aluminium, sont des consommateurs d'énergie hors normes. Selon Air Liquide, « ils utilisent classiquement une combustion qui met en jeu un combustible – fioul, gaz naturel... – et de l'air composé de 21 % d'oxygène et de 78 % d'azote. En remplaçant l'air par l'azote, le procédé d'oxycombustion permet de limiter les émissions d'oxydes d'azote (NOx) ». Air Liquide a ainsi développé des brûleurs adaptés à l'utilisation de l'oxygène, permettant de générer des flammes d'oxycombustion à des températures qui sont plusieurs centaines de degrés plus élevées que les flammes de combustion à l'air, ce qui réduit la consommation énergétique du four. Huit cents brevets protègent cette innovation. Selon le groupe français, les fours à verre technique qui ont adopté cette technologie ont divisé par vingt leurs émissions de NOx.



### ⊙ De H2E à H2M : l'hydrogène énergie au cœur des préoccupations d'Air Liquide

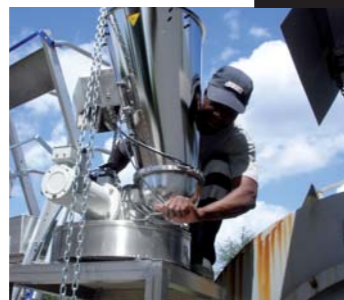
Le programme H2E, pour Horizon hydrogène énergie, se déroule jusqu'en 2015. Objectif : développer des technologies de production d'hydrogène à partir d'énergies renouvelables et le stocker, notamment dans des piles à combustibles. Lancé en 2008, H2E réunit 19 partenaires et bénéficie d'un investissement de recherche de 190 millions d'euros (dont 125 apportés par Air Liquide). Une aide de 67,6 millions a été approuvée par Oséo. Parce que les constructeurs automobiles allemands croient davantage en l'hydrogène que les Français, Air Liquide s'est engagé, en janvier de cette année, dans l'ambitieux programme H2M. Des stations de remplissage d'hydrogène seront déployées dès 2011 afin de répondre aux besoins d'un nombre croissant de véhicules à pile à combustible. Ce programme, qui réunit dix partenaires industriels de poids, a été récompensé d'un prix d'excellence par l'International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy. □



Autres travaux de recherche en cours : les ingénieurs de la maison développent des technologies qui permettront de capter efficacement le CO<sub>2</sub> à la sortie des unités industrielles avant son enfouissement dans le sous-sol. La technologie oxycombustion est intégrée dans des centrales thermiques permettant d'enrichir les fumées de la centrale en CO<sub>2</sub>. Celui-ci est ensuite purifié, par exemple grâce à une unité de purification cryogénique, avant d'être comprimé et transporté jusqu'à son lieu d'enfouissement. Air Liquide mène simultanément plusieurs expériences sur ce sujet en France, aux États-Unis et en Australie, respectivement à Lacq (Pyrénées-Atlantiques), Meredosia (Illinois) et dans le Queensland. Quand on sait que 40 % de l'électricité est aujourd'hui produite à partir de charbon, le potentiel de l'oxycombustion est encore devant lui.

#### ► Améliorer les performances des technologies avancées

Les gaz sont de précieux auxiliaires dans les industries de pointe, comme l'électronique, l'espace et les outils de recherche hors du commun (accélérateur de particules, fusion nucléaire). L'électronique explore l'infiniment petit, un territoire technologiquement difficile à maîtriser. La fabrication des composants extrêmes exige des gaz vecteurs (azote, hydrogène...), des gaz spéciaux et des systèmes de distribution des fluides. Pour avancer toujours plus loin, les électroniciens s'appuient, entre autres, sur la R&D d'Air Liquide



pour développer de nouvelles molécules appelées précurseurs avancés. Leurs performances sont telles qu'ils sont utilisés, durant la fabrication, dans le processus de dépôt de matériaux solides, comme le cuivre, le ruthénium ou le zirconium. Les technologies de cryogénie à très basses températures sont essentielles aux équipements spatiaux. Là encore, Air Liquide joue un rôle apprécié par l'industrie spatiale. Pour le satellite Herschel, le groupe français a réalisé un réservoir de 2 400 litres pour stocker l'hélium super fluide à très basse température. Cet hélium est nécessaire au refroidissement des instruments placés dans le foyer du télescope à environ 1,6 K, i.e. très proche du zéro absolu (-273,15° C). Pour le satellite Planck, Air Liquide a développé avec le CNRS un système cryogénique permettant de maintenir le détecteur à une température de 0,1 K. Le groupe a également participé à la construction du plus puissant accélérateur de particules du monde, précisément celui du grand collisionneur de hadrons du CERN. Air Liquide, via sa division des Techniques avancées, a planché dès 1995 sur la définition et la réalisation des systèmes cryogéniques qui assurent, sur 27 km et à 100 m sous terre, la distribution de 100 tonnes

•  
Selon Air Liquide, les fours à verre technique ayant adopté l'oxycombustion ont divisé par vingt leurs émissions de NOx.  
•

d'hélium liquide superfluide à une température de -271° C.

Ce savoir-faire dans la cryogénie a également été mis en œuvre pour la réalisation du réacteur de fusion nucléaire Tore Supra en France, JET au Royaume-Uni, SST-1 en Inde, KStar en Corée du Sud... Il pourrait également servir à la réalisation d'Iter, à Cadarache (Bouches-du-Rhône).

#### ► Une technologie au service de la santé

Air Liquide a toute sa place dans le secteur de la santé, puisqu'on y emploie régulièrement des gaz, notamment pour l'anesthésie et l'aide respiratoire. L'industriel a mis au point le Lenoxe, premier anesthésiant à base de xénon. Selon l'industriel, « ce produit, mélangé à l'oxygène, permet une récupération plus rapide du patient, même après des interventions chirurgicales de longue durée, parce que ce gaz, inerte, n'est pas métabolisé par l'organisme. Il agit sur des récepteurs spécifiques du cerveau qu'il va inhiber, induisant





## EXEMPLES DE PARTENARIATS AVEC DES UNIVERSITÉS ET DES ORGANISMES DE RECHERCHE

- **CNRS** dans les domaines de la mécanique des fluides, la thermodynamique, le génie des réactions chimiques, la catalyse, la modélisation moléculaire...
- **INERIS** : hydrogène énergie.
- **Université de Freiberg** : gazéification.
- **Université de Virginia Tech** : contrôle des procédés et optimisation logistique.
- **Center for Integration of Medicine and Innovative Technology (CIMIT) à Boston** : thérapies inhales.

un état d'anesthésie marqué par la suspension complète du mouvement des muscles, une amnésie et une suppression de la sensation de douleur ».

Traiter l'hypertension artérielle pulmonaire à l'aide d'un gaz, c'est possible. Air Liquide l'a prouvé avec le Vasokinox, un médicament qui a reçu une autorisation de mise sur le marché des autorités compétentes. Air Liquide explique qu'« il est constitué principalement de monoxyde d'azote, un gaz naturellement produit par les cellules des artères, et agit sur les zones ventilées du poumon, permettant le traitement de l'hypertension ».

Énergie propre, environnement, hautes technologies et santé sont les principaux domaines de recherche du groupe Air Liquide. Mais ce ne sont pas les seuls. La R&D a aussi une activité de premier plan dans les gaz de soudage, les gaz de refroidissement nécessaires à la supraconductivité, l'élimination du tartre dans les tours de refroidissement, un sucre tiré de la stevia...

« Ces partenariats ne sont pas publics. » C'est la réponse d'Olivier Delabroy lorsqu'on l'interroge sur les programmes d'innovation qu'Air Liquide mène en coopération avec d'autres industriels. C'est la partie secrète du groupe. En revanche, le

groupe communique facilement sur d'autres collaborations : « Nous sommes actifs dans une dizaine de pôles de compétitivité et cherchons d'autres possibilités. Dans les matériaux et les nanotechnologies, nous collaborons avec Tenerrdis, dans le domaine de la santé avec les pôles Medicen et Cancer Bio Santer. Quant au secteur

« Nous nous positionnons sur le programme d'investissement d'avenir en soutenant des projets en lien avec le photovoltaïque, les énergies décarbonées et le transport propre. » OLIVIER DELABROY

de l'énergie, nos projets ont été labellisés par les pôles Derbi et Axelera. Nous entretenons également des liens avec le Pôle nucléaire de Bourgogne. » Air Liquide subventionne aussi des chaires dans des universités françaises et étrangères. La dernière signature en date a été annoncée le 25 octobre dernier. Air Liquide est partenaire pendant trois ans d'une chaire sur l'hydrogène dirigée par le laboratoire d'ingénierie mécanique de l'université Kyushu de Fukuoka, au Japon.

À la suite des appels à projets initiés dans le cadre du Grand emprunt, Air Liquide et ses partenaires industriels étudient comment accélérer le référencement et la démonstration économique de technologies nouvelles, en privilégiant la France comme marché « pilote ».

En effet, « nous nous positionnons sur le programme d'investissement d'avenir en soutenant des projets en lien avec le photovoltaïque, les énergies décarbonées et le transport propre », déclare Olivier Delabroy. Air Liquide

identifie également les opportunités de soutien à la création des instituts d'énergie décarbonée (IEED), des instituts d'excellence de recherche technologique (IERT) et des instituts hospitalo-universitaires (IHU).

Enfin, dernier point jugé important par le directeur de la R&D d'Air Liquide, l'innovation ouverte. « Elle nous permettra de raccourcir le temps nécessaire à la mise sur le marché de produits nouveaux. » C'est l'un des gros chantiers du moment. □