## Compte rendu de la visite du Centre de Recherche Paris-Saclay du groupe Air Liquide

Accompagnés par nos deux professeurs, nous sommes arrivés dans la matinée au centre de recherche où nous avons été rejoints par Mme Dancre, qui fait partie du comité nationale des Olympiades de Physique. Nous avons été ensuite accueillis au sein de l'entreprise par Mme Charmillon, qui nous a guidés par la suite tout au long de cette journée.



Photo de l'accueil du site de Paris-Saclay

Le directeur du centre, M. Bruno Leprince-Ringuet nous a alors reçus, et a pu nous présenter plus en détail l'entreprise. Air Liquide a été fondé en 1902 par George Claude et Paul Delorme. Son activité initiale consistait en la liquéfaction de l'air. Depuis, elle s'est agrandie et est devenue une multinationale faisant partie du CAC 40. Elle est aujourd'hui implantée dans plus de 80 pays, comme la Chine, l'Inde ou l'Allemagne, et est présente dans des domaines très variés. Ses gaz sont utilisés dans la santé, dans la métallurgie, l'électronique avec les gaz rares ou encore dans l'industrie du photovoltaïque et pour l'aérospatiale. De plus, ne produisant à l'origine que de l'air sous forme liquide, l'entreprise a progressivement diversifié son activité et souhaite maintenant participer à toutes les étapes de l'utilisation des gaz et pas seulement la partie production. Ainsi, Air Liquide produit les bouteilles de gaz, construit des usines de liquéfaction pour différents clients, met en place les réseaux de de distribution de sa production. Cette diversité des activités et la multitude des domaines dans lesquels agit l'entreprise nous a beaucoup intéressées tout au long de cette journée.



Dispositif en cuivre permettant la séparation des gaz de l'air

Nous avons ainsi commencé la visite des laboratoires par la section Génie des procédés, où M. Mikael Wattiau nous a expliqué les processus qui permettent de liquéfier puis séparer les différents gaz de l'air, via les installations de l'entreprise. Il nous a ensuite présenté les différentes manipulations qui ont lieu dans son laboratoire afin d'améliorer l'efficacité des procédés en jeux dans les activités de l'entreprise.

Nous avons été impressionné de voir qu'une manipulation comme une distillation que nous pouvons réaliser au cours d'une séance de TP au lycée est reproduite ici mais à l'échelle industrielle, faisant apparaître de nouvelles problematiques comme le stockage des produits ou bien l'acheminement des matières premières dans de bonnes proportions. Nous avons aussi pu découvrir une tabette équipée d'une caméra et d'une interface de réalitée augmentée qui permet de détailler le fonctionnement des différentes manipulations, les parties des montages et les processus qui s'y déroulent. Cet outil très attrayant a été developpé par la société pour rendre plus clair et plus intuitif le fonctionnement des manipulations.

Nous avons poursuivi notre visite avec M. Jean-Luc Blanc qui nous a présenté la section des sciences analytiques. Il nous a expliqué le rôle de cette partie de l'entreprise qui est de proposer des outils et des moyens de contrôler et vérifier la pureté d'un gaz, ou de savoir ce que contient une bouteille de gaz. En effet, dans l'electronique par exemple, les gaz utilisés ont besoin d'être le pure

possible, il faut pouvoir fournir aux clients des gaz dont on a vérifié la pureté. Il nous a fait part d'un autre problème, qui et celui du stockage : les gaz peuvent attaquer la bouteille qui les contient, ce qui peut entraîner des risques d'explosion ou de contamination du produit. Air Liquide s'efforce donc de rechercher autour de nouveaux matériaux pour ses bouteilles. Nous avons bien pu observer que l'entreprise cherchait à être présente sur toute la chaîne de consommation du gaz, de la production à la distribution en passant par le stockage. Enfin M. Blanc nous a montré un nouveau système de détenteur conçu par Air Liquide qui est plus ergonomique que les robinets classiques, plus facile d'utilisation grâce à un levier et équipé d'un manomètre afin d'informer l'utilisateur du volume de gaz restant dans la bouteille.

La dernière branche de l'entreprise que nous avons visité dans la matinée est celle des Mathématiques appliquées. M. Alexandre Duvert-Naudin nous a expliqué le travail de modélisation qui est fait par les ingénieurs du site, en particulier pour les usines qui produisent du dihydrogène : il s'agit de long tubes dans lesquels on ajoute des catalyseurs et du méthane, qui sont chauffés pour former du dihydrogène. Les tubes sont soumis à d'importantes contraintes d'où la necessité de créer des modèles pour prévoir leur réaction et améliorer leur efficacité. Il nous a ensuite fait visité le "data center" de l'entreprise. C'est ici que sont situés les serveurs et les espaces de stockages pour toute la partie informatique de l'entreprise, dans une grande pièce ventilée en permanence.

Après un bon repas avec les intervenants du matin à la cantine du centre, nous avons eu le privilège de pouvoir essayer un vélo fonctionnant à l'aide d'une pile à combustible. Il s'agit du vélo H<sub>2</sub>, dont la pile est alimentée en hydrogène grâce à un réservoir fixé au cadre, rempli avec le gaz produit par l'entreprise. La pile et le système électronique qui gère l'assistance du cycliste sont situés à l'avant dans un panier. Le départ est assez mouvementé, on sent que l'assisstance se met en place dès les premiers coups de pédale et on peut atteindre une bonne vitesse en ligne droite.

Mme Florence Gouhinec, qui nous a fait essayé le vélo  $H_2$ , nous ensuite fait visitée un laboratoire dont les recherches se portent sur les cellules photovolta $\ddot{q}$ ques. Elle nous a expliqué comment étaient fabriquées ces dernières.



Panier du vélo  $H_2$ 

Du silicium est coulé de manière à former des pains qui vont être découpés en fines tranches puis traités pour absorber un maximum de lumière solaire. C'est dans cette étape qu'intervient Air Liquide puisqu'elle nécessite l'utilisation de gaz, l'entreprise le fournit aux producteurs de panneaux photovoltaïqes et effectue des recherches pour augmenter l'absorbance des cellules et ainsi produire plus d'énergie.



Bouteille en fibre de carbone

Laissant de coté le soleil, nous nous sommes dirigés vers un laboratoire avec une température très différente, où nous avons rencontré M. Mohamed Youbi-Idrissi. Il nous a présenté le travail que réalise le centre de recherche pour proposer une nouvelle génération de camions frigorifiques. Ceux ci fonctionnent à l'azote liquide. La température est régulée en injectant dans le compartiment de l'azote liquide. Ceci implique une modification des véhicules avec addition de bonbonnes de stockage du gaz.

C'est justement le laboratoire produisant ces bonbonnes qui nous a été présenté dans la suite de notre visite. Mais avant cela nous avons fait une petite pause, l'occasion pour notre groupe de se désaltérer et ainsi de goûter l'eau gazeuse produite par Air liquide (qui d'ailleurs était très bonne).

Nous avons donc par la suite découvert les machines permettant de créer les bouteilles, essentielles au transports des gaz. Nous avons aussi pu voir des bouteilles faites de fibres de carbone, nouvellement développées.

Le principal avantage de ces bouteilles est leur poids, bien inférieur aux bouteilles classiques, et donc plus facile à soulever et à transporter tout en ayant une bonne résistance aux

grandes pressions. Nous avons enfin aperçu un microscope à force atomique d'une taille assez impressionante, permettant de vérifier la viabilité des bouteilles produites en effectuant la topographie d'échantillons.

Notre visite du site de Paris-Saclay s'est ainsi terminée, impressionnés par tous ces laboratoires essayant sans cesse d'améliorer leurs dispositifs, mais aussi excités à l'idée de peut être un jour travailler dans de tels centre de recherche.

Equipe "Quand la science rattrape la fiction, l'évite-t-elle ?" Lycée André Boulloche - Livry-Gargan