

## « Visite du Synchrotron-Soleil à Saclay



Dans le cadre des activités de l'ANAFACEM/IDF et en partenariat avec l'AAM, un groupe de 25 membres a visité le jeudi 11 avril 2013 l'un des trois plus importants projets scientifiques français : le Synchrotron SOLEIL. Ce centre de recherche, inauguré en 2008, est implanté sur le plateau de Saclay (Essonne ; 91), à proximité du CEA et de l'Université Paris XI Orsay.

Avant la visite, le traditionnel repas, cette fois au restaurant « Les Chevaliers des Balances » (en référence aux pesées des cavaliers avant les courses, car les haras sont nombreux dans la région) a réuni 14 convives dans une ambiance chaleureuse (photo 1). La poêlée de lotte et de Saint Jacques et la copieuse profiterole ont été particulièrement appréciées !

Mais, une fois repus, il a bien fallu aller s'instruire ... une heure de présentation scientifique et technique nous attendait au centre ; certains s'y sont un peu «reposés» ... Nous avons appris d'abord que «SOLEIL» est l'acronyme de **S**ource **O**ptimisée de **L**umière d'**É**nergie Intermédiaire du **L**ure (**L**aboratoire d'**U**tilisation du **R**ayonnement **É**lectromagnétique). Il s'agit en clair d'un accélérateur de particules (photo 2) - en l'occurrence des électrons- qui émettent, à chacune des déviations qu'on leur fait subir, un «rayonnement synchrotron».

SOLEIL s'inscrit dans un large réseau de partenaires incluant le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), l'Éducation Nationale, une dizaine d'universités, ainsi que fondations et pôles de compétitivité d'Île de France et d'ailleurs. Par ailleurs, d'évidentes collaborations scientifiques et techniques lient SOLEIL à plusieurs autres centres de rayonnement synchrotron.

On trouve quelque 60 synchrotrons dans le monde, toutes générations confondues. En France, un autre équipement synchrotron, de dimension européenne, l'ESRF, est implanté à Grenoble : il partage son temps de faisceau entre 11 pays partenaires mais ne permet pas de couvrir

l'ensemble des besoins de la communauté scientifique française. Avec SOLEIL, la France se situe dans le peloton de tête de ces Très Grands Équipements, par ses performances et sa conception issue des technologies les plus récentes. À ce titre, il draine des moyens humains et techniques considérables en termes de transfert de technologies, de développement économique local et d'aménagement du territoire.

Une équipe multi-culturelle de près de 400 personnes gère, entretient le site et veille à optimiser constamment les lignes de lumière et à demeurer à la pointe des technologies. Les chercheurs (80% de l'effectif) mènent leurs recherches propres, et accompagnent les utilisateurs à chacune des étapes de leur projet ; une cinquantaine de doctorants et post-doctorants complètent ces personnels. SOLEIL fonctionne 24 heures sur 24 et accueille, par an, plus de 2000 utilisateurs, principalement issus des laboratoires de recherche publics et privés, ainsi que 5000 visiteurs.

Après cette présentation générale, une explication théorique nous est fournie. Une cellule en platine de 2 cm de diamètre, similaire à la petite électrode de laquelle sont extraits les électrons qui circulent dans le grand anneau, passe dans les rangs. Les informations reçues alors seront ensuite largement éclairées par notre parcours dans les lieux.

La route des électrons circulant à la vitesse de la lumière ne pouvant, bien évidemment, être interrompue, le tunnel de 150 mètres de diamètre est franchi par des escaliers et observé par-dessus, sur un pont. À noter que toute partie du bâtiment doit être parfaitement stabilisée pour ne pas faire bouger le tunnel et les nombreux visiteurs béotiens contribuent parfois à une certaine vibration ...

Il règne ici un grand silence, si ce n'est la soufflerie, indispensable pour que la température soit maintenue avec une grande précision à 21°C en toutes saisons.

Nous dominons ainsi le LINAC (Linear Accelerator) dans lequel les électrons produits par l'électrode citée plus haut sont projetés puis accélérés par des lentilles magnétiques. Ils seront envoyés ensuite dans le Booster, ac-

célérateur circulaire d'une centaine de mètres de long, dans lequel ils seront encore accélérés jusqu'à atteindre une vitesse proche de celle de la lumière (300 000 km/s). Enfin, ils seront propulsés dans le grand anneau, dit « de stockage », globalement circulaire, mais, en fait, succession de courtes portions rectilignes raccordées par une série d'électroaimants chargés de dévier légèrement la trajectoire des électrons (c'est la présence de ces très nombreux puissants électroaimants (photo 3) qui interdit le site aux porteurs de pace-makers : le risque est un dérèglement de leur appareil).

Chacune de ces déviations va provoquer l'émission d'une lumière exceptionnelle chargée d'une énergie hors du commun (10 000 fois plus intense que la lumière solaire) : le faisceau de lumière «synchrotron»: les longueurs d'onde qui le constituent s'étalent dans un champ beaucoup plus large que le visible, depuis l'infrarouge jusqu'aux rayons X les plus durs, en passant par les ultraviolets.

On nous montre alors la maquette d'une section de l'anneau et du tube en aluminium dans lequel circulent les électrons. Il doit régner dans ce tube étroit un vide poussé, car toute collision dévierait aléatoirement certains des électrons, provoquant à la fois évaporation et perte d'énergie. Un tel vide est obtenu par étapes successives, par des systèmes très performants qui étonnent certains participants se souvenant des difficultés à obtenir, à la Météo, des vides bien moins vides .... Les parois de l'anneau sont en béton épais chargé en plomb et fer afin de protéger personnels et visiteurs de tout rayonnement, en particulier . Puis, nous passons par la salle de contrôle où 4 ingénieurs veillent en permanence sur chaque partie du dispositif, toutes visualisées sur écrans.

Retournant à l'extérieur de l'anneau, nous observons, toujours par-dessus, les «tubes» de lumière qui partent tangentiellement à l'anneau et sont dirigés chacun vers un laboratoire, le faisceau étant canalisé par des lentilles magnétiques afin de l'empêcher de diverger. Avant d'atteindre l'expérience (objet, matériau, cellules vivantes, surface,...), il faudra encore filtrer cette lumière afin de sélectionner la longueur d'onde adaptée à



Photo 1 : Le groupe au restaurant



Photo 2 : L'anneau de stockage de SOLEIL (350 m de pourtour)



Photo 3 : Electroaimants et cabines d'optique

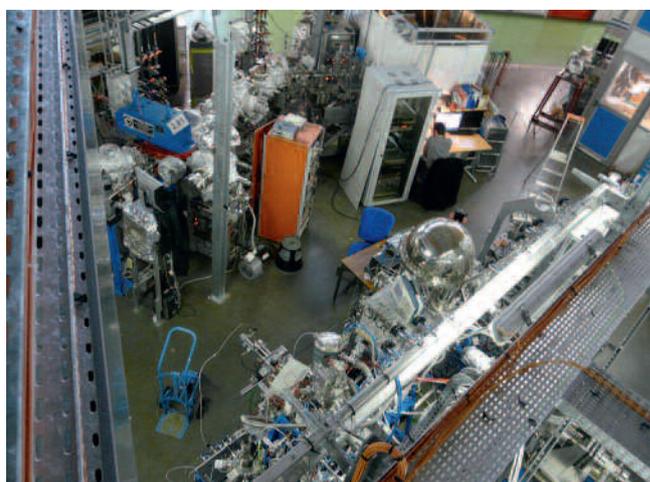


Photo 4 : Super matériel et ... bricolage

l'analyse préparée, cela au moyen de filtres magnétiques.

Les photons vont frapper l'échantillon. Cette lumière, très intense, va pénétrer profondément la matière et informera, soit par diffraction si elle est composée d'ultraviolets, sur la structure en surface ou en volume de l'échantillon, soit par absorption si elle est composée d'infrarouges, sur ses propriétés chimiques.

Les laboratoires sont donc disposés à l'extérieur de cet anneau de 350 mètres de périmètre, là où aboutissent chacune des 26 «lignes de lumière». Nous nous amusons à regarder ces petites cabines encombrées de matériel électronique, de cordons électriques emmêlés, de tubes et capsules emmaillottées de papier d'aluminium ... bref l'amusant voisinage de la technologie la plus performante et du bricolage comme dans tout laboratoire de recherche (photo 4)!

Les applications de ces études sont multiples : recherche fondamentale (80%) et recherche appliquée (laboratoires pharmaceutiques, industriels, ...). Sont concernées la physique fondamentale pour l'étude des propriétés électroniques et magnétiques de la matière (comme le stockage magnétique d'informations à ultra-haute densité), la médecine et la biologie pour l'imagerie des vaisseaux sanguins, des tissus osseux ou des constituants de la cellule, la chimie (détection de substances polluantes dans l'environnement, optimisation du fonctionnement des pots catalytiques, élaboration de nouveaux matériaux), la géophysique (connaissance de la structure du manteau terrestre), l'étude d'objets d'art ou archéologiques (âge, authenticité, constituants, ...). Plus prosaïquement, ont lieu aussi des études sur le vieillissement du chocolat, la cuisson du pain ou le contrôle des bouteilles en plastique, ...

À l'ère de la génomique et des nanotechnologies, nous avons besoin d'aller voir la matière vivante (cellule, virus, bactéries...) ou inerte (éléments chimiques, matériaux divers...) à l'échelle de l'atome : les thèmes sont infinis et la curiosité de l'homme aussi.

FRANÇOISE TARDIEU

Crédits photos :

1, 3 et 4 : Françoise Tardieu, 2 : doc Synchrotron Soleil