

« VOIR » LA MATIÈRE GRÂCE AU RAYONNE- MENT SYNCHROTRON

Du micromètre à l'échelle atomique, les ondes électromagnétiques servent à observer la matière, grâce à des sources de lumière incomparables : les synchrotrons. L'un des plus modernes, SOLEIL, est installé aux portes de Paris.

Vue aérienne
du synchrotron
SOLEIL

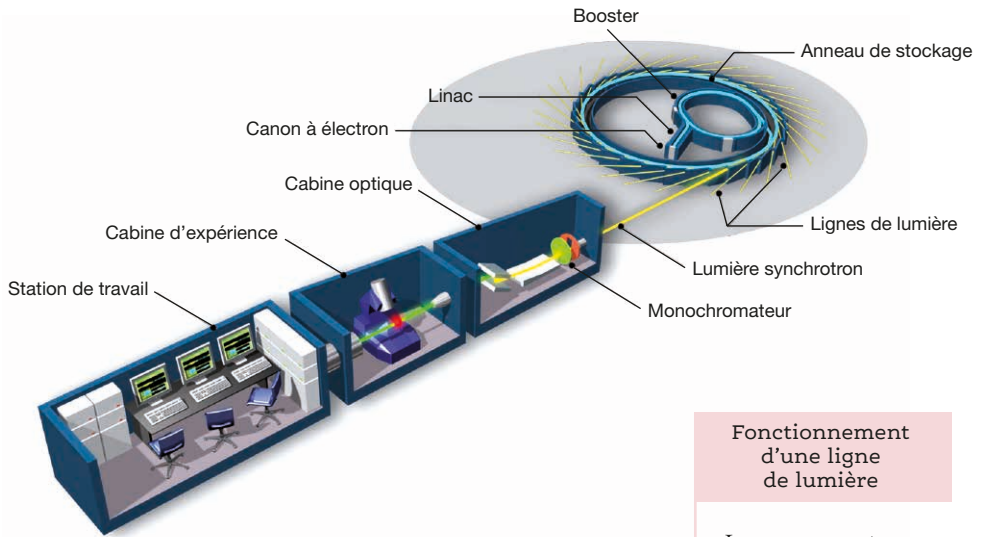


Le synchrotron SOLEIL est implanté au sud de Paris : un bâtiment de 180 mètres de diamètre et 350 personnes pour imaginer, construire et faire fonctionner ce centre de recherche. Depuis 2008, il accueille chaque année plus de 2 000 utilisateurs, scientifiques ou industriels.

Santé, environnement, matériaux, chimie, physique, géophysique, archéologie, etc. : les applications du rayonnement synchrotron sont innombrables et des chercheurs du monde entier viennent ici pour recueillir des données qu'ils ne peuvent acquérir en laboratoires avec des sources de lumière classiques.

Arrachés d'une pastille de métal de la taille d'une pièce de monnaie, des paquets d'électrons sont progressivement accélérés à une vitesse proche de

celle de la lumière, portés à une énergie élevée (2,75 GeV), puis injectés dans un anneau de 354 mètres de périmètre où ils tournent 24h/24. Leur trajectoire est contrôlée au moyen de champs magnétiques et électriques. Les électrons perdent à chaque tour une partie de leur énergie sous forme d'impulsions de lumière « blanche » (c'est-à-dire contenant toutes les longueurs d'onde, de l'infrarouge aux rayons X de haute énergie), extrêmement brillante. Recueillis tout autour de l'anneau dans des installations expérimentales appelées « lignes de lumière », ces faisceaux de photons sont sélectionnés, focalisés puis guidés jusqu'aux échantillons, entre 30 et 200 mètres



Fonctionnement d'une ligne de lumière

Le rayonnement synchrotron émis dans l'anneau de stockage est canalisé vers une ligne de lumière. Il pénètre alors dans une cabine optique où les caractéristiques (taille, longueur d'onde) du faisceau sont modifiées en fonction des besoins des chercheurs. La lumière atteint finalement la cabine d'expérience où elle est utilisée pour faire des mesures sur un échantillon. L'ensemble du processus est contrôlé à distance depuis une salle attenante.

plus loin. Chaque ligne de lumière (il y en a 29 à SOLEIL) est un laboratoire spécialisé qui utilise une ou plusieurs techniques pour étudier les interactions lumière-matière. Les échantillons analysés peuvent être inertes (matériaux innovants, poussières de comètes, gaz, objet du patrimoine...) ou vivants (bactéries, biopsies, cellules végétales...).

Grâce aux rayons X, on peut par exemple reconstruire en trois dimensions la forme d'une protéine bactérienne ou virale : ces informations sont très utiles pour mettre au point de nombreux médicaments. Les impulsions lumineuses permettent aussi d'étudier le déroulement d'une réaction chimique. La compréhension du phénomène est nécessaire à la mise au point, par exemple, de nouveaux catalyseurs, c'est-à-dire des substances améliorant les caractéristiques d'une réaction (rendement ou rapidité). Les mesures dans l'infrarouge peuvent notamment être utilisées en médecine, pour le diagnostic de maladies rénales. Dans un autre domaine, des expériences en lumière ultraviolette sont en cours pour étudier les acides aminés et explorer les conditions d'apparition de la vie sur Terre. Et demain, dans la course à la miniaturisation, les technologies de l'électronique pourront peut-être bénéficier des études actuelles sur de nouveaux matériaux tel que le graphène.

Nés grâce aux technologies développées autour des collisionneurs de particules, les synchrotrons sont aujourd'hui des outils accessibles à de nombreuses communautés scientifiques. Ils sont devenus quasiment incontournables dans certains domaines de recherche, fondamentaux comme appliqués.