

ESRF-EBS : Un synchrotron nouvelle génération pour l'Europe

Plus brillante que jamais, la lumière est de retour à l'ESRF, le Synchrotron Européen situé à Grenoble. Le 25 août 2020, une toute nouvelle génération de synchrotron va mettre sa lumière extrêmement brillante au service de la communauté scientifique internationale : le premier synchrotron de 4^{ème} génération à haute-énergie, appelé ESRF-EBS pour *Extremely Brilliant Source*.

Avec des performances multipliées par 100 par rapport aux sources existantes, ESRF-EBS ouvre une nouvelle ère pour la science des rayons X et pour l'exploration 3D de la matière à toutes les échelles et jusqu'au niveau atomique, avec des applications pour les grands défis de la santé, l'environnement, l'énergie, les nouveaux matériaux pour l'industrie, mais aussi pour révéler les secrets cachés en paléontologie et préserver notre patrimoine culturel. Ce sont 22 pays qui ont uni leurs forces et participé au financement de cette infrastructure innovante pour un budget de 150 millions d'euros sur 2015-2022.

Une nouvelle génération de synchrotron à haute énergie

« Nous avions rêvé d'une telle machine. Elle devient une réalité. » a déclaré Pantaleo Raimondi, Directeur de la division accélérateur à l'ESRF et concepteur du projet ESRF-EBS. *« En 2013, EBS était juste un concept dessiné sur le papier. Aujourd'hui, grâce à l'expertise et à l'enthousiasme des équipes de l'ESRF, nous nous préparons à redémarrer le programme scientifique. J'ai hâte de voir la science qui en résultera ! »*

« C'est un moment de fierté pour l'ensemble de la communauté des synchrotrons », a ajouté Francesco Sette, directeur général de l'ESRF. *« Avec la mise en service de cette toute nouvelle génération de synchrotron à haute-énergie, l'ESRF continue son rôle pionnier en mettant à la disposition des scientifiques de nos 22 pays partenaires et du monde entier un nouvel outil pour repousser les frontières de la science et relever les grands défis sociétaux que sont la santé, l'environnement. »*

« Le fait qu'EBS ait atteint les paramètres attendus en si peu de temps, est incroyable. Le projet EBS est un exemple pour toutes les autres infrastructures synchrotron qui prévoient de passer à des sources de quatrième génération. » a déclaré Caterina Biscari, présidente de l'association européenne LEAPs, qui réunit 16 synchrotrons européens, dont l'ESRF, et Directrice du synchrotron espagnol ALBA.

Le 10 décembre 2018, après avoir ouvert la voie aux synchrotrons modernes de troisième génération dans le monde et après 26 ans de bons et loyaux services, l'une des sources de rayons X les plus performantes au monde, était arrêtée pour 20 mois, pour laisser la place à une source de lumière encore plus brillante, ESRF-EBS.

Trois mois auront été nécessaires pour démanteler l'anneau de stockage historique de l'ESRF (1 720 tonnes d'équipements enlevés, 200 km de câbles déconnectés) et 9 mois pour installer la nouvelle machine dans le tunnel de 844 m et aligner 10 000 composants technologiques innovants et 5 km de lignes de lumière avec une précision de 50 microns - environ la moitié de l'épaisseur d'un cheveu humain.

Le 28 novembre 2019, les premiers électrons étaient injectés dans le nouvel anneau de stockage EBS. Le 14 mars 2020, avant la fermeture du site liée à la situation du COVID-19, les paramètres nécessaires pour une mise en service d'EBS étaient atteints avec 5 mois d'avance. Grâce à ce travail intense, EBS est prêt pour être mis à la disposition de la communauté scientifique, comme initialement prévu, le 25 août 2020.

La quête de la brillance, le Graal des physiciens

Depuis les années 70, le progrès des technologies a permis de développer plusieurs générations de synchrotrons, avec une amélioration de la brillance et de la cohérence du flux de rayons X à chaque génération, repoussant les frontières de l'exploration de la matière.

Ouvert en 1994, l'ESRF avait été le premier synchrotron de troisième génération, améliorant d'un facteur 100 à 1 000 les performances des synchrotrons à l'époque. Aujourd'hui, avec EBS, l'ESRF confirme son rôle pionnier en ouvrant le premier synchrotron de 4^{ème} génération à haute énergie, améliorant encore les performances en termes de brillance et cohérence du faisceau de rayons X d'un facteur 100.

Ce nouveau concept, qui s'appuie sur de nombreuses technologies de rupture, ouvre la voie à une nouvelle génération de synchrotrons. D'ores et déjà plusieurs projets de modernisation basés sur le modèle d'EBS sont en développement dans le monde.

Une nouvelle ère pour la science des rayons X et l'exploration de la matière

EBS fournit de nouveaux outils d'investigation de la structure de la matière vivante et des matériaux, à l'échelle atomique, avec des applications dans de nombreux domaines tels que la santé, l'énergie, l'environnement, les nouveaux matériaux durables et innovants, mais aussi le patrimoine culturel et la paléontologie.

Imaginez la possibilité de scanner un organe humain à une résolution extrême pour mieux comprendre les phénomènes de surinfection comme ceux provoqués par le COVID-19. La possibilité de cartographier le cerveau humain jusqu'au niveau des synapses, avec des enjeux stratégiques pour les maladies neuro-dégénératives et l'intelligence artificielle. Ou encore la possibilité de suivre le voyage des nanoparticules contenus dans nos produits du quotidien dans les sols, à des doses jusqu'ici indétectables, et ainsi mieux évaluer leur éventuelle toxicité sur l'environnement. Enfin, la possibilité de mieux identifier les réactions chimiques à l'origine des dégradations des plus célèbres œuvres d'art ou encore de réaliser une autopsie virtuelle d'une momie humaine jusqu'au niveau cellulaire et ainsi enrichir notre connaissance des civilisations anciennes.

Autant de performances qui permettront aux scientifiques de mieux comprendre le monde qui nous entoure, le mécanisme du vivant et rendre l'invisible toujours plus visible.

D'ores et déjà, la lumière extrêmement brillante d'EBS a été mise au service de recherches prioritaires sur le COVID-19 dans deux domaines : celui de la biologie structurale pour comprendre le fonctionnement et l'interaction du virus avec la cellule hôte, et contribuer ainsi au développement de vaccins ou d'antiviraux efficaces ; celui de l'imagerie 3D pour scanner des poumons et comprendre les effets du coronavirus, notamment lors de la phase de surinfection.

Un brillant exemple de coopération internationale

Plus que jamais, la science doit être internationale et mondiale pour relever les défis complexes auxquels nos sociétés sont confrontées. Depuis sa création en 1988, l'ESRF a joué un rôle pionnier pour la science des synchrotrons dans le monde entier. Des nations d'Europe, puis d'autres parties du monde, ont décidé de partager le rêve de repousser les frontières de la connaissance scientifique et technologique pour le bénéfice de toute la communauté. Poussés par l'excellence scientifique et technologique, prêts à prendre et à partager le risque de l'inconnu, reconnaissant la valeur de la coopération internationale au-delà des disciplines, genres, langues et cultures, les pays partenaires de l'ESRF ont renforcé cette collaboration internationale avec le projet EBS, réalisé dans les temps et les budgets.