

# Les synchrotrons, de très grands instruments de la physique au service de toutes les autres disciplines

Que ce soit en France, en Europe, aux États-Unis, au Japon ou ailleurs dans le monde, trois mots-clés reviennent toujours lorsqu'on présente les synchrotrons et leurs activités : pluridisciplinarité, brillance, utilisateurs. Ces très grands instruments de la physique, considérés comme les sources de lumière les plus sophistiquées et les plus performantes, sont, en effet, au service de dizaines de milliers de chercheurs dans le monde, irriguant toutes les disciplines scientifiques. C'est ce qui constitue leur atout principal en tant qu'infrastructures de recherche : favoriser les synergies entre disciplines et les collaborations entre équipes en proposant, au même endroit et au même moment, un panel de techniques expérimentales et de compétences.



**Francesco Sette,**  
Directeur général de l'ESRF

Docteur en physique de l'université de Rome, il a travaillé à la source synchrotron de Brookhaven (USA), puis à l'ESRF. Il a joué un rôle clé dans le développement de la spectroscopie inélastique à haute résolution de rayons X, avec le rayonnement synchrotron.



**Jean Daillant,**  
Directeur général de SOLEIL

Docteur de l'université Paris XI, physicien de la matière condensée et expert du rayonnement synchrotron, il a fait l'essentiel de sa carrière au CEA Saclay. Il y était responsable d'un laboratoire de recherche sur les polymères, la matière molle et les interfaces.

Il y a des dizaines de sources de lumière synchrotron dans le monde, et une vingtaine, les plus importantes, ont une double vocation de recherche et de service ; la plupart ont été implantées pour soutenir la recherche nationale. C'est pourquoi leurs caractéristiques en termes de gamme d'énergie, d'installations expérimentales et de représentativité des communautés peuvent différer d'un pays et d'un synchrotron à l'autre. Toutes ont néanmoins en commun d'accueillir aussi des chercheurs en provenance d'autres pays, et de tisser des liens d'une part entre les communautés, et entre la recherche académique et industrielle d'autre part.

Dans ce panorama, l'ESRF a un statut à part : c'est la source synchrotron conçue dès l'origine pour répondre aux besoins en rayons X très durs pour douze pays du territoire européen. Implantée à Grenoble depuis la fin des années 1980, l'ESRF est une des sources de référence mondiales, dont les résultats et les perspectives continuent d'enthousiasmer ses utilisateurs. Depuis quinze ans, l'ESRF montre le chemin en ce qui concerne les nouvelles techniques d'instrumentation et l'accueil de nouvelles disciplines dans les cercles des utilisateurs du rayonnement synchrotron.

SOLEIL, quant à elle, est la source nationale française. Inaugurée en 2006, elle est destinée à satisfaire les besoins de communautés scientifiques, en particulier françaises, sur une gamme d'énergies extrêmement large, sans doute la plus large au monde, allant des infrarouges aux rayons X. À côté des techniques phares pour les matériaux ou la biologie et plus largement médiatisées (imagerie X, tomographie ou cristallographie des protéines), SOLEIL a choisi de ne pas renoncer aux gammes de plus basse énergie qui bénéficient en France d'une longue tradition d'expertise et d'applications.

L'ESRF et SOLEIL sont résolument complémentaires et travaillent en étroite collaboration, tant pour les améliorations possibles sur les accélérateurs que pour offrir aux utilisateurs du monde entier des possibilités expérimentales à la pointe des développements instrumentaux actuels. Cette coopération, cette amitié même qui associe nos deux centres et leurs équipes, n'exclut pas une stimulante compétition. Car l'ambition de répondre aux exigences et aux attentes de milliers d'utilisateurs chaque année nécessite forcément d'imaginer de nouvelles combinaisons d'instruments, de nouvelles approches expérimentales ou analytiques, d'intégrer des innovations technologiques ou de guider nos partenaires et nos fournisseurs vers des développements inédits. L'amélioration des détecteurs, c'est-à-dire la mise au point de dispositifs toujours plus sensibles

dans l'acquisition et ergonomiques dans le traitement des données est, par exemple, un domaine instrumental qui mobilise nombre de synchrotrons. La conception d'appareillages d'analyse mobiles, calibrés sur synchrotrons mais transportables à l'hôpital ou au plus proche d'une toile de maître (pour ne citer que ces applications) constitue un autre exemple des voies nouvelles en développement.

La diversité des domaines d'application couverts aujourd'hui par les synchrotrons – de la science des matériaux au sens large aux sciences du vivant, couvrant elles aussi une multitude de champs de recherche – fait écho aux efforts que nous déployons tous pour ouvrir nos installations à un maximum de communautés. Ce n'est pas chose facile, car nos racines de grands instruments de la physique fondamentale peuvent décourager certains de nous contacter pour explorer les possibilités que nous pourrions leur offrir, en particulier dans les domaines de l'innovation et d'intérêt sociétal. Ces dernières années, on remarque par exemple une montée en puissance des communautés des sciences de l'environnement : spéciation chimique de composés complexes et dilués, identification de traces, interaction substances-organismes vivants, marqueurs climatiques... sont parmi les thématiques dont nous avons remarqué l'émergence dans les réponses à nos appels à projets. La biologie et la médecine, en particulier pour le diagnostic de pathologies complexes telles que le diabète, Alzheimer, ou de thérapies tout aussi complexes (greffes d'organes, radiothérapies...) bénéficient également de nouvelles techniques ou approches disponibles sur nos lignes de lumière.

L'un des enjeux pour les synchrotrons consiste donc à rester au plus proche des objectifs de recherche d'aujourd'hui et de demain, et d'imaginer les moyens d'y répondre. La qualité des accélérateurs et des sources, ainsi que les innovations qui sont développées et investies, constituent les premiers critères d'excellence des synchrotrons. C'est pourquoi, autant à l'ESRF qu'à SOLEIL et bien souvent en partenariat, les équipes imaginent aussi les sources de lumière de demain. L'accroissement de la résolution spatiale jusqu'à l'échelle atomique pour des structures non cristallines est un des enjeux majeurs. L'ESRF vise aujourd'hui, grâce à un nouvel anneau de stockage de dernière génération, la production de faisceaux de l'ordre du nanomètre, ce qui permettrait d'étudier les propriétés de structures formées par quelques atomes.

D'autres sources de rayons X de nouvelle génération ne sont plus circulaires, et permettent d'analyser l'évolution dynamique des formes et des structures dans des échelles de temps très courtes ; ces nouvelles sources ne remplaceront pas les synchrotrons. Ensemble, ces infrastructures apporteront des possibilités toujours aux limites pour que l'interaction rayonnement-matière permette aux prochaines générations de chercheurs de relever les nouveaux défis scientifiques, industriels et citoyens de notre société.■

**Francesco Sette, Jean Daillant**

“ La diversité des domaines d'application couverts aujourd'hui par les synchrotrons – de la science des matériaux au sens large aux sciences du vivant – fait écho aux efforts que nous déployons tous pour ouvrir nos installations à un maximum de communautés.”