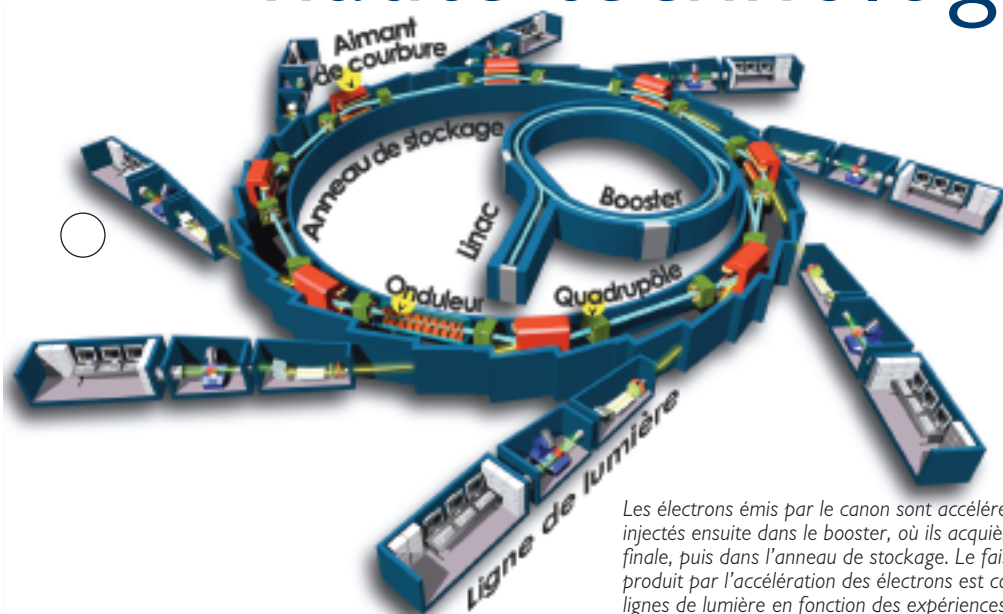


## LES FICHES DU CRITTECA

# Synchrotron Soleil

## haute technologie et PME



Les électrons émis par le canon sont accélérés par le Linac, injectés ensuite dans le booster, où ils acquièrent leur énergie finale, puis dans l'anneau de stockage. Le faisceau de photons produit par l'accélération des électrons est conditionné par les lignes de lumière en fonction des expériences en cours.

Avec le synchrotron de 3<sup>e</sup> génération SOLEIL, l'Île-de-France dispose d'un instrument exceptionnel pour l'exploration de la matière, que ses performances placent parmi les meilleurs de la planète. Si les PME de la région n'ont pas participé massivement à sa réalisation jusqu'à aujourd'hui, elles peuvent y trouver toutefois des techniques et des spécialistes qui leur permettront de progresser dans de très nombreux domaines de R&D. SOLEIL couvre la plupart des besoins d'analyse, de caractérisation et de mesures et ouvre un champ d'expérimentation très large aux entreprises. Il met en œuvre des procédés de transformation de la matière comme la fabrication de microsystèmes et l'irradiation de matériaux. Enfin, les particularités de sa réalisation ont amené ses équipes à développer des savoir-faire dans de nombreux domaines industriels.

**Synchrotron Soleil**, L'Orme des Merisiers, Saint-Aubin BP 48, 91192 Gif-sur-Yvette cedex. Contact : Michel Bessière (Tél. : 01.69.35.90.01) et Jean-Louis Marlats (Tél. : 01.69.35.91.32) - Fax : 01.69.35.94.54 - E-mail : michel-bessiere@synchrotron-soleil.fr et jean-louis.marlats@synchrotron-soleil.fr - Site : www.synchrotron-soleil.fr

me la fabrication de microsystèmes ou l'irradiation de matières premières biologiques ou de matériaux. Avec des applications dans des secteurs industriels aussi variés que la métallurgie, la mécanique, la chimie, le pétrole, les cosmétiques, l'agroalimentaire, l'électronique, les plastiques, les céramiques, les polymères...

### Les espoirs des PME franciliennes

Construit à Gif-sur-Yvette (91), à proximité des installations du CEA de Saclay, SOLEIL (1) a été perçu, à l'origine, comme une double opportunité pour les PME franciliennes. Comme prestataires, elles allaient pouvoir participer à son étude et à sa construction. Comme clientes, SOLEIL leur offrirait des services exceptionnels en R&D, avec des possibilités de transferts de technologie. Un dossier ARITT a d'ailleurs été monté à l'occasion d'une collaboration entre SOLEIL et la société IMAGE OPTIC (voir encadré page suivante).

Alors que la première tranche du projet est achevée et que la seconde se prépare, la première attente n'a pas été totalement couronnée de succès pour les PME de la mécanique.

« Nous avons des besoins très spécifiques, notamment dans le domaine du travail sous ultraviolet », plaide Jean-Louis Marlats, responsable du bureau d'études de SOLEIL. Nous sommes également tenus par les règles de l'Union européenne en

Avec sa centaine de mètres de diamètre, le synchrotron de troisième génération SOLEIL permet paradoxalement d'explorer la structure microscopique des matériaux inertes et de la matière vivante et d'en étudier les propriétés physiques, mécaniques, chimiques ou biologiques. Il produit pour cela une large gamme de rayonnements allant des infrarouges aux rayons X durs dont le diamètre du faisceau peut être focalisé jusqu'au micromètre !

### Analyse et mesures

Les techniques utilisées dans un centre de rayonnement synchrotron couvrent la plupart des besoins d'analyse, de caractérisation et de mesures : absorption, diffraction, diffusion, fluorescence, microscopie, tomographie, imagerie, microspectroscopie... Elles permettent également de mettre en œuvre des procédés de transformation de la matière com-

## Synchrotron : mode d'emploi

Un synchrotron, c'est d'abord une machine qui produit un rayonnement dont la brillance surpasse toutes les autres sources de lumière. Des électrons sont envoyés dans un accélérateur linéaire puis un « booster » où ils acquièrent leur énergie finale. Ils sont ensuite injectés dans un « anneau de stockage » où des aimants « de courbure » leur impriment une trajectoire en arc de cercle, tandis que dans les lignes droites des structures magnétiques de très courtes périodes, les onduleurs — qui caractérisent les synchrotrons de 3e génération comme SOLEIL — les font osciller. Ils circulent dans l'anneau de stockage à la vitesse de la lumière sous forme de « paquets » de quelques millimètres de longueur et quels micromètres de section. Les accélérations subies par les électrons sont à l'origine du « rayonnement synchrotron ». C'est celui-ci qui va atteindre les échantillons à analyser, en suivant des « lignes de lumière ». Dans chaque ligne, les photons passent dans un monochromateur, situé à l'intérieur d'une cabine optique, qui règle la longueur d'onde nécessaire aux essais en cours. Ils atteignent enfin leur cible dans une cabine d'expérience, protégée comme la cabine optique par un très épais blindage métallique. Les expérimentateurs sont installés à l'écart dans une station de travail.

→  
matière de passation de marché. Bien entendu, pour la seconde tranche, nous espérons pouvoir prendre mieux en compte les offres des PME ».

Une étude de bonnes pratiques de collaboration est d'ailleurs en cours avec le CRITTECA et le soutien de la DRRT.

À défaut d'être un client privilégié, SOLEIL met à la disposition des PME des compétences exceptionnelles issues de l'exploitation du rayonnement synchrotron et du savoir-faire acquis lors de la construction du site.

### Des expérimentations en mécanique

SOLEIL ouvre un champ d'expérimentation très large dans le domaine de la mécanique. L'intensité et la très faible divergence du faisceau produit par le synchrotron SOLEIL permettent la fabrication de micro-objets de haute précision par le procédé Liga X. Celui-ci autorise un facteur de forme élevé, avec une grande hauteur pour une faible dimension latérale, et s'applique à des matériaux très variés : métaux, alliages, plastiques et céramiques.

Il ouvre ainsi des perspectives totalement nouvelles pour la micro-électronique, les industries de la défense, la micro-mécanique (micro-fluidique) et les biotechnologies (biopuces et biocapteurs).

L'irradiation et la caractérisation post-irradiation des matériaux par le rayonnement synchrotron devraient constituer une technologie clé du futur tant pour l'étude du vieillissement accéléré des matériaux que pour la synthèse de nouvelles molécules.

### Le royaume de la précision

En dehors de ces applications « naturelles » du synchrotron, le passage de l'échelle architecturale du bâtiment

à l'échelle micrométrique du faisceau final a exigé une foule de précautions et de systèmes de mesures dont les solutions amènent aujourd'hui les spécialistes de SOLEIL à proposer leurs services dans le domaine de la précision.

Construire un synchrotron juste à côté d'une route a imposé d'imaginer et de mettre au point des solutions radicales pour stabiliser l'ensemble, construit de manière très rigide et qui repose sur quelques centaines de pieux. On a cou-

lé des sols monolithiques de 75 et 95 cm d'épaisseur et recouvert la route voisine d'un revêtement particulièrement lisse pour limiter les vibrations dues au passage des camions. Des « oreilles » ont été installées en périphérie pour limiter l'effet du vent. Toutes les structures de servitudes internes qui peuvent être sources de vibrations, comme les passerelles, ont été isolées.

La division des services techniques, regroupe 65 personnes et comprend quatre unités qui se répartissent l'ensemble des compétences : bâtiments et infrastructures, conception et ingénierie, alignement et métrologie, vide et cryogénie.

Les équipes de SOLEIL ont développé des compétences remarquables dans la stabilité statique et dynamique des grands ouvrages, le développement des dépôts NEG pour les systèmes de vide, la détermination du centre magnétique des aimants, l'alignement de très grands ensembles, ou encore les générateurs de radiofréquences. Autant de savoir-faire sources de partenariats pour aider les PME à développer leurs projets et proposer sur de nombreux marchés des solutions technologiques innovantes. □

1) Cette réalisation est la propriété de la société civile Synchrotron Soleil, dont le CNRS et le CEA sont actionnaires. Elle a pour partenaires la Région Île-de-France, le Conseil Général de l'Essonne et la Région Centre.

## Des mesures ultra-précises pour les miroirs

IMAGINE OPTIC a été créée en 1996 à Orsay (91) par Samuel Bucourt (tél. : 01.64.86.15.60, mail : sbucourt@imagine-optic.com) et Xavier Leveq pour développer des systèmes de métrologies appelés "analyseurs de front d'onde" et destinés à des applications variées comme le contrôle optique, la caractérisation de laser ou l'optique adaptative.

Le développement de la biophotonique, de la nanophotonique, de la nanolithographie et, plus couramment, l'explosion des marchés des appareils photo numériques et des téléphones portables accélèrent les besoins en instruments de métrologie, en particulier ceux qui utilisent l'analyse de front d'onde. L'entreprise réalise aujourd'hui un chiffre d'affaires consolidé de l'ordre de 3,5 M€ avec environ 30 collaborateurs, en prenant en compte IMAGINE EYE, société sœur dédiée à l'ophtalmique.

Dans les synchrotrons, le niveau de performance entraîne des exigences très fortes sur la qualité des miroirs qui constituent des composants critiques de leur instrumentation. SOLEIL réclame une amélioration d'un facteur 10 de la précision de mesure, qui descend au-dessous du nanomètre, contre environ 10 nm en optique classique.

Savoir répondre à cette demande placerait IMAGINE OPTIC au niveau des meilleurs mondiaux, comme ZEISS ou ZYGO, et lui permettrait de démarcher la cinquantaine de synchrotrons existant dans le monde. Les responsables attendent également des retombées de ces progrès non seulement dans le rayonnement synchrotron, mais aussi dans la thermolithographie, l'optique spatiale et les études de plasmas créés par laser.

IMAGINE OPTIC possède donc l'instrumentation de mesure, mais c'est l'équipe de métrologie de SOLEIL, animée par Mourad Idir (tél. : 01.69.35.96.10), qui dispose des moyens de calibration pour valider les performances atteintes. SOLEIL était donc disposé à transférer son savoir-faire à un instrument de nouvelle génération développé par IMAGINE OPTIC, en mettant à la disposition de l'entreprise son savoir-faire et ses moyens en métrologie, simulation et interprétation des données dans le domaine de l'optique X et X-UV et en lui offrant accès à son infrastructure de mesure en salle blanche, en particulier aux translations de haute précision développées pour ses propres besoins.

Cette collaboration a fait l'objet d'une ARITT pilotée par le CRITTECA. De plus, SOLEIL a fait l'acquisition d'un équipement réalisé par IMAGINE OPTIC.

Pour bénéficier de l'appui du CRITTECA, contactez :

CRITTECA, Les Algorithmes, Bât. Euclide, Saint-Aubin 91194 Gif-sur-Yvette Cedex - Tél. : 01 69 33 18 60 - Fax : 01 69 41 32 26 - E-Mail : meca@critt-cst.fr