



**"Utilisation du rayonnement synchrotron en France :
Etat actuel et Perspectives"**

Pierre THIRY

LURE, Laboratoire mixte CNRS, CEA, MESR
Centre Universitaire, Bâtiment 209D, 91405 ORSAY Cedex
France

Le Laboratoire LURE (Laboratoire pour l'Utilisation du Rayonnement Electromagnétique) assure un triple rôle de laboratoire d'accueil pour les utilisateurs de rayonnement synchrotron, de centre de recherche propre et de pôle d'étude et de réalisation de nouvelles sources de lumière. La situation de ses installations actuelles et la perspective de maintenir LURE à un niveau compétitif au niveau international, en complément de la machine ESRF de Grenoble, justifie la reconstruction de LURE autour d'une nouvelle machine dite SOLEIL.

I - Les installations actuelles du LURE

Le laboratoire LURE est un laboratoire mixte du CNRS, du CEA et du MESR. Quatre machines sont opérationnelles :

- Un accélérateur linéaire, opérationnel depuis 1958, fournit des électrons de 2,2 GeV et des positrons de 1,1 GeV.
- Un anneau de stockage DCI, opérationnel depuis 1976, fonctionne avec des positrons de 1,8 GeV, et fournit des photons de 3 à 25 keV au niveau des aimants de courbure et de 3 à 40 keV au niveau d'un wiggler supraconducteur.
- Un anneau de stockage SuperACO conçu en 1982 et opérationnel depuis 1987, fonctionne avec des positrons de 0,8 GeV, fournit des photons de l'infrarouge lointain aux rayons X de 4 keV, au niveau des aimants de courbure et des photons du visible à 1 keV dans les onduleurs.
- Un laser à électrons libres dans l'UV-visible jusqu'à 350 nm est opérationnel sur un onduleur de Super ACO.
- Un laser à électrons libres sur accélérateur linéaire d'électrons de 30 à 60 MeV, fournit de l'infrarouge de 2 à 20 μm .

Un schéma d'implantation est représenté sur la figure 1.

Les postes expérimentaux sont au nombre de 20 sur DCI, 20 sur Super ACO, et 3 sur CLIO. Il s'agit principalement de montages de diffraction, diffusion, d'absorption, de photoémission, de spectrométrie de masse en mode de (multi) coïncidence. L'environnement des échantillons (gaz, solide, liquide) peut prendre des formes très variées, comme pour les détecteurs.

Les faisceaux de lumière sont fournis à la communauté nationale et internationale, 3000 heures par an.

Le personnel technique et scientifique se monte à 400 personnes et se répartit comme suit : 230 ingénieurs, techniciens et administratifs, 110 chercheurs dont la moitié est affectée au laboratoire et l'autre dépend de 30 laboratoires extérieurs dits "associés", (20 en région parisienne et 10 en province), enfin environ 20 post-doctorants et 50 thésards.

Le budget annuel est de 80 MF en personnel et 50 MF (contrats inclus) en équipement/fonctionnement.

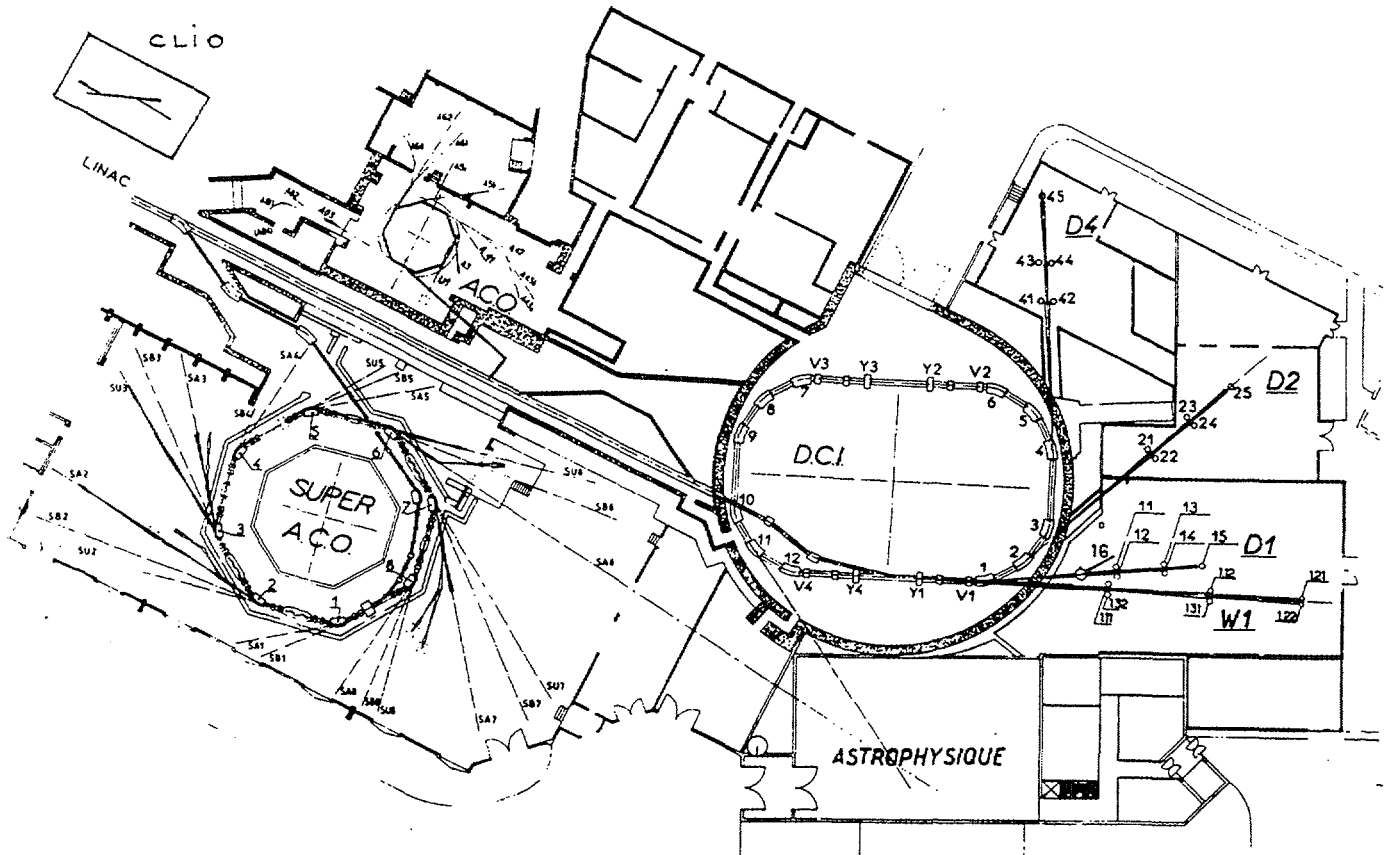


Figure 1 : Schéma d'implantation des installations du LURE

II - L'activité scientifique du LURE

L'orientation scientifique de l'activité autour de LURE est décrit figure 2. Les domaines scientifiques en forte croissance se trouvent en science des matériaux, en biocristallographie, en science de la terre. Dans le domaine technologique, on note la progression de la physique pour l'ingénieur, la lithographie, les microfabrications, la métrologie des rayons X (ex : l'étalonnage de détecteurs pour l'espace), l'optique dans les rayons X et l'UV, les lasers à électrons libres dans l'UV et l'IR.

Utilisateurs LURE 1995

par Disciplines
en Nombre de Runs Accordés

Atomes et Molécules	611	16%
Biologie	454	12%
Chimie EXAFS	371	10%
Diffusion Diffraction	776	20%
IR Clio Sirloin	180	5%
Optique et Détecteurs	141	3%
Physique des Solides	536	14%
Surfaces Interfaces	767	20%
Total Runs 1995:	3836	

dont:

Utilisateurs Industriels	210	5,5%
(Identifiés)		
CEE	780	20%

Figure 2 : L'activité scientifique au LURE par thèmes.

Les utilisateurs (référence 1995) ont proposé 820 projets dont environ 2/3 sur DCI et 1/3 sur Super ACO. 3800 runs ont été accordés. Ces utilisateurs représentent 1800 chercheurs dont 250 étudiants en thèses, une trentaine de partenaires industriels en électronique, chimie, pétrochimie, cosmétiques, para-pharmacie, métallurgie, nucléaire, etc... (cf. figure 3).

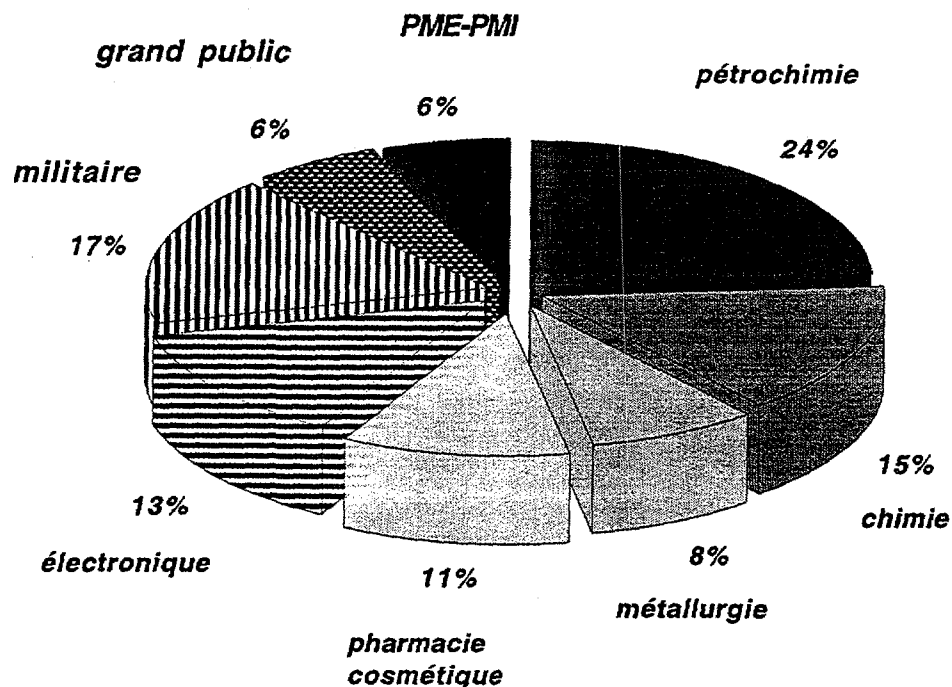


Figure 3 : la recherche industrielle au LURE
répartition par secteurs d'activité

III - Le futur du rayonnement synchrotron en France :

Au tournant du siècle, l'accélérateur linéaire aura 42 ans, DCI aura 24 ans et Super ACO, bien que cette machine appartienne à la troisième génération de machine spécialement construit pour le rayonnement synchrotron, aura 13 ans avec une conception de 20 ans. En termes d'émittance, ce qui correspond à la brillance des sources optiques, ces machines ne seront plus compétitives avec les autres projets dans le monde. En effet, DCI a une émittance de 1500 nm rad, Super ACO de 40 nm rad tandis que les machines les plus récentes visent des émittances de l'ordre de 1 à 5 nm rad.

L'évolution de l'utilisation du rayonnement synchrotron depuis 1980 montre (voir figure 4) une croissance au rythme d'un doublement tous les cinq ans. L'extrapolation vers l'an 2000 évaluée sur la base d'une enquête sur un millier de laboratoires français montre que la demande devra dépasser largement 2000 utilisateurs par an (fourchette basse). D'autres estimations de source européenne, montrent que malgré le programme de construction proposé, l'Europe ne pourra satisfaire que la moitié de la demande (fourchette haute).

La mise en service de l'ESRF à Grenoble ne résoudra que partiellement le problème de pérennité d'une activité en France autour du rayonnement synchrotron dans la mesure où ce laboratoire est essentiellement orienté vers la production de rayons X durs et ouvert à l'ensemble de la communauté européenne. Par ailleurs, l'accès à l'ESRF pour la communauté française sera limité à 27% des lignes publiques et les lignes CRG.

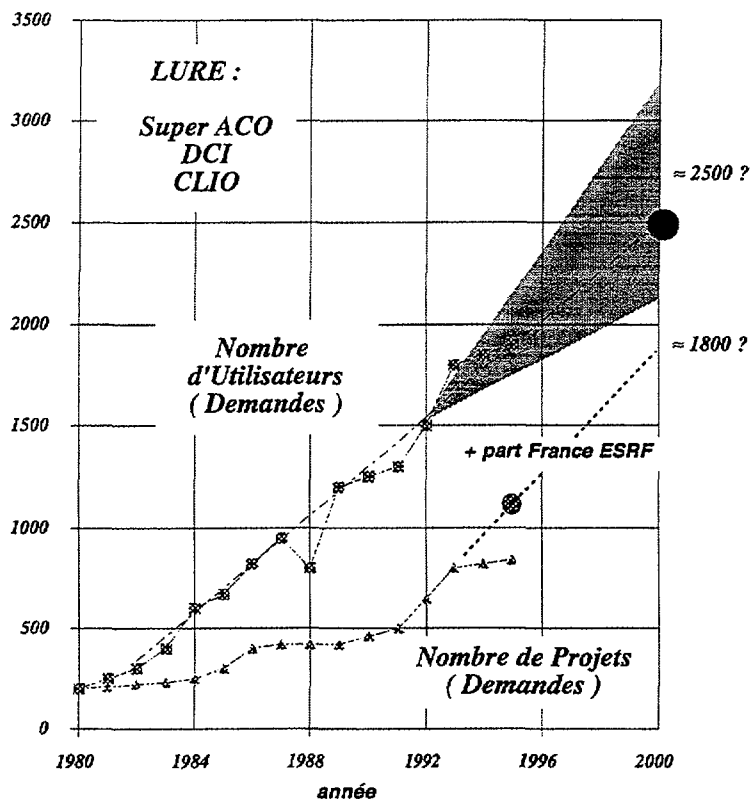


Figure 4 : Evolution de la demande en rayonnement synchrotron en France.

En conséquence, les besoins exprimés par la communauté scientifique montrent qu'un centre de rayonnement national capable de produire des sources exceptionnelles dans l'ultra-violet et les rayons X de moyenne énergie, de développer des lasers à électrons libres et d'améliorer l'accessibilité à un grand nombre d'utilisateurs, est indispensable. En d'autres termes, cette machine par ses performances (onduleurs) en brillance, son flux, sa polarisation accordable, sa structure temporelle, sa durée de vie, l'utilisation couplée avec des lasers extérieurs (LEL ou autres) attirera une nouvelle génération d'expériences. Parallèlement, les efforts sur l'optique en vue d'une meilleure monochromatisation, une focalisation (sub)micronique et sur les détecteurs devront être menés pour profiter des qualités nouvelles de la source. Par ailleurs, sa taille et sa capacité en postes expérimentaux au niveau des aimants de courbure permettra de satisfaire une grande variété d'utilisateurs dans tout le domaine spectral, de l'infrarouge lointain jusqu'aux rayons X, pour lesquels le rayonnement synchrotron est un outil indispensable avec des performances qu'aucune autre source de laboratoire (tube à rayons X, laser ou autres) ne peut égaler.

IV - Le projet SOLEIL

La machine SOLEIL (Source Optimisée de lumière d'Énergie Intermédiaire de LURE) a été définie sur la base d'une enquête détaillée auprès de la communauté scientifique d'où il ressort une forte demande pour un grand nombre d'onduleurs optimisés dans le domaine des rayons X mous et dans l'ultraviolet ainsi que plusieurs modes de fonctionnement permettant une brillance élevée, une structure temporelle utilisable, avec une durée de vie du faisceau maximum.

Pour répondre à ce cahier des charges, une étude initiée par le laboratoire LURE, puis menée conjointement par le LURE et le Laboratoire National Saturne, a été entreprise et menée à terme. L'essentiel des caractéristiques techniques du projet SOLEIL est décrit dans ces proceedings par Mme M.P. LEVEL. Un consensus scientifique national s'est établi autour de ce projet. Les performances proposées des sources (en terme de flux, brillance, durée de vie des faisceaux, modes de fonctionnement, capacité expérimentale) permettront de satisfaire, avec un très haut niveau de qualité, l'ensemble des besoins scientifiques nationaux dans le domaine du rayonnement synchrotron.

Le couple SOLEIL + accès français à l'ESRF constituera un outil de recherche fondamental et appliqué exceptionnel.