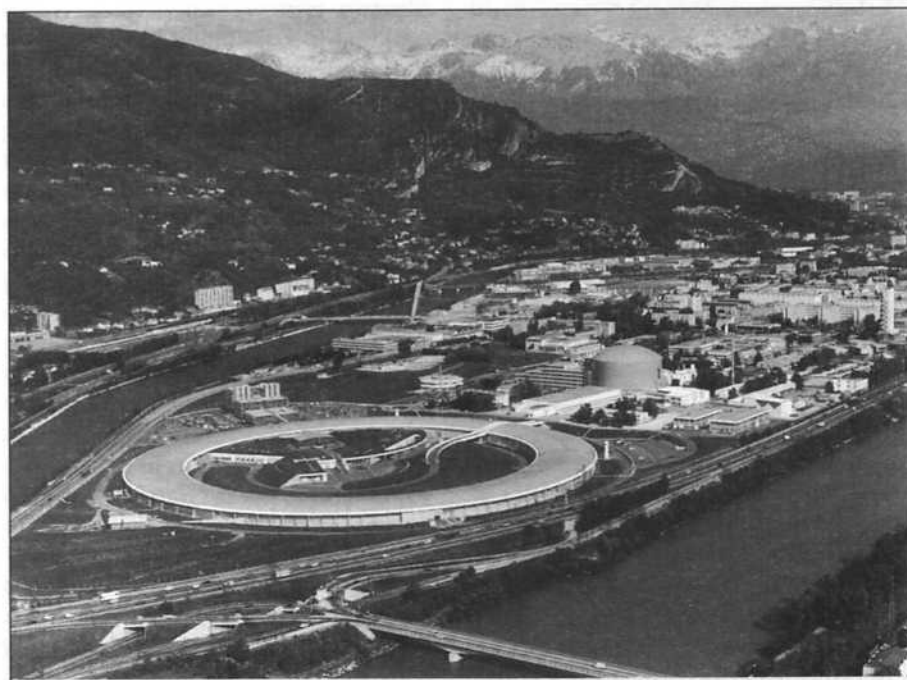


LE POLYGONE SCIENTIFIQUE DE GRENOBLE

Des hauts flux de neutrons aux lignes de lumière

A Grenoble, l'une des plus grandes concentrations scientifiques urbaines de notre pays, deux outils de recherche mettent la France et l'Europe en pointe : l'ESRF et le réacteur à haut flux de l'Institut Von Laue-Langevin. Mode d'emploi de ces instruments utilisés pour des applications prometteuses.



Vue générale du Polygone scientifique Louis Néel : au premier plan apparaissent les installations de l'ESRF (dont on voit le hall abritant l'immense anneau de stockage du rayonnement synchrotron). Au second plan nous voyons le dôme du réacteur à haut flux de neutrons de l'Institut Von Laue-Langevin.

Philippe Jamet

Particulièrèment caractéristique de la physique moderne est le processus de fertilisation croisée entre branches connexes où des découvertes inattendues engendrent de nouveaux domaines d'études, lesquels à leur tour peuvent irriguer, à plus ou moins long terme, recherches appliquées et innovations. Ainsi, par exemple, l'application inattendue d'un travail fondamental en mécanique quantique dû à Alan Wilson a permis de déboucher sur quelque chose qui fait partie aujourd'hui de notre quotidien, à savoir le transistor. Plus étonnant encore, dans les années 30, des pionniers de la physique atomique comme Einstein et Rutherford ne pensaient pas possible une utilisation pratique de leurs travaux avant 50 ans ! On sait ce qu'il en est aujourd'hui lorsque l'on examine toutes les applications réussies et potentielles de l'énergie nucléaire, ainsi que tous les domaines scientifiques et technologiques qui en ont bénéficié... L'exemple du projet Manhattan a montré combien il était possible d'accélérer les recherches et de franchir des barrières a priori « insurmontables », à partir du moment où existe un certain niveau de concentration de chercheurs et de grosses installations, et la Seconde Guerre mondiale a en quelque sorte mis fin à l'âge artisanal de la physique : la prise de conscience qu'il n'y a pas de grands pays sans une recherche fondamentale dotée de moyens lourds a considérablement accentué la tendance à la mise en place de gros instruments.

Apparaissent de ce fait le problème de la répartition des heures d'utilisation des instruments, par des comités scientifiques jugeant de l'intérêt des programmes, celui de la formation de nouveaux chercheurs au contact de spécialistes confirmés et celui de la construction d'instruments révolutionnaires de plus en plus coûteux sur lesquels les pays de pointe doivent investir sous peine d'être décrochés ou de voir partir leurs meilleurs chercheurs.

Ceci contraint les pays de taille moyenne à s'associer entre eux lorsque le coût des installations dépasse les possibilités d'un seul pays. Ce phénomène qui apparaît déjà très marqué au niveau des disciplines astrophysiques (European Southern Observatory, Institut de radioastronomie millimétrique) l'est peut-être plus encore au niveau de la physique lourde et explique sans aucun doute l'émergence du Polygone scientifique de Grenoble qui, dans un cadre unique entouré de sommets enneigés, présente au plus haut point toutes les caractéristiques que nous venons de décrire précédemment !

Fruit d'une collaboration européenne exemplaire, le Polygone scientifique Louis Néel, site unique en Europe disposant de possibilités d'accueil de 4000 visiteurs scientifiques par an, est axé avant tout sur l'Institut Von Laue-Langevin (Centre international de recherche neutronique), fondé à la fin des années 60, et le tout récent ESRF (Installation européenne de rayonnement synchrotron), ces deux installations majeures, qui alimentent en rayonnements un nombre de plus en plus élevé de laboratoires, étant à l'heure actuelle et pour des raisons diverses considérées comme ce qui se fait de mieux au monde ! A ces deux pôles de base, qui font de Grenoble un lieu de recherche particulier, il faut ajouter l'Institut MBL (Institut européen de biologie moléculaire) dont la direction est à Kiel, en Allemagne, et qui dispose également de laboratoires à Hambourg et à Cambridge. Le fait que toutes ces installations soient relativement proches les unes des autres n'est pas le fait du hasard car le site fait penser à une sorte de gros conglomerat où foisonnent rayonnements neutroniques, rayonnements X et lasers, microscopes électroniques, instruments de résonance magnétique nucléaire, systèmes complexes de modulation de rayonnements, systèmes d'imagerie novateurs, systèmes de gestion et de transmission des données, et dont l'ensemble, réparti dans de multiples installations et bâtiments, est parcouru par des centaines de chercheurs allant de l'un à l'autre, certains spécialistes se permettant même le grand écart puisque

travaillant à la fois à l'ILL et à l'ESRF ! On l'aura compris, Polygone scientifique Louis Néel rime avec pluridisciplinarité et complémentarité et cette situation « porteuse » tient avant tout à la nature des recherches qui y sont effectuées.

Cette réalité apparaît particulièrement évidente au niveau de l'utilisation des rayonnements pour la détermination des structures des substances biologiques, riches en hydrogène, l'étude des protéines, des membranes cellulaires, la mise au point de médicaments antivirus pour lesquels les neutrons du réacteur à haut flux de l'ILL et le rayonnement X de l'anneau de stockage de l'ESRF constituent deux moyens d'investigation permettant de pénétrer au cœur de la matière d'échantillons semblables par deux biais différents et dans le même objectif. On retrouve le même type d'approche par l'utilisation des deux types d'installation au niveau de la science des matériaux où l'analyse de leur structure a permis d'effectuer des progrès notables dans des domaines comme les alliages métalliques, les semi-conducteurs, les supraconducteurs « classiques » et les nouveaux supraconducteurs céramiques à haute température, la compréhension du phénomène d'élasticité des polymères (dit « reptile moléculaire ») pour lequel le Prix Nobel de physique Pierre-Gilles de Gennes a été le premier à mettre au point un modèle cohérent grâce à des expériences effectuées à l'ILL et mettant en jeu des « neutrons froids », c'est-à-dire de grande longueur d'onde et de relativement faible énergie.

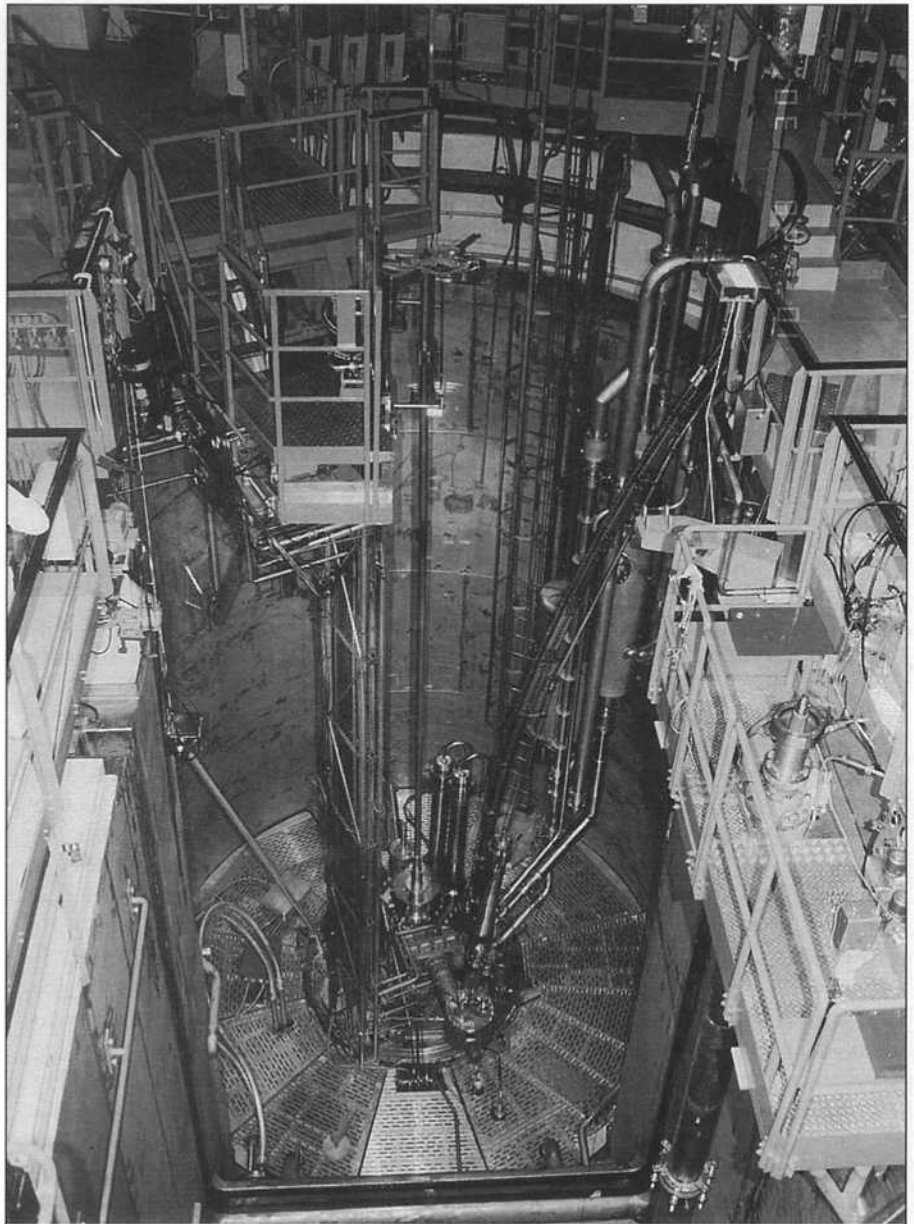
L'ILL

Historiquement, l'Institut Von Laue-Langevin constitue la première pierre angulaire de ce Polygone scientifique qui a commencé à s'installer à Grenoble vers la fin des années soixante puisque cet Institut, fruit à la fois de l'influence de scientifiques comme Louis Néel et Maier et de politiques comme De Gaulle et Adenauer, est né de la prise de conscience, en 1964, de la nécessité de créer un réac-

teur à haut flux de neutrons pour maintenir la recherche européenne à un très haut niveau dans le domaine de l'étude de la matière. L'avantage d'étudier celle-ci avec des neutrons tient aux caractéristiques de ces composants du noyau atomique, à savoir une capacité à pénétrer les noyaux des atomes sans être affectés par la présence des couches électroniques qui les entourent. Cette capacité vient du fait qu'ils sont électriquement neutres ; leur interaction avec les éléments magnétiques constitutifs de la matière offre donc des opportunités supplémentaires d'en révéler la structure. Les neutrons, qui sont produits à Grenoble par la fission d'uranium enrichi au sein du réacteur à haut flux, sont particulièrement bien adaptés à l'étude des structures cristallines et des cristaux métalliques car leur haut niveau d'énergie, correspondant à une longueur d'onde courte, fait que dans ce cas cette dernière est quasiment synchronisée avec ce qu'on appelle des « nœuds » (distance réticulaire), c'est-à-dire des positions géométriquement déterminées et fixes par rapport auxquelles les molécules de la matière à étudier oscillent selon des mouvements de très faible amplitude. Mais, pour d'autres types d'expériences, il est également possible de moduler la température, l'énergie et la longueur d'onde de ces neutrons, par exemple en leur faisant traverser une masse conséquente de deutérium liquide : c'est cette voie qui offre le plus de possibilités en biologie du fait qu'elle prolonge le temps de gestation des effets neutroniques sur les échantillons.

C'est en janvier 1967 que fut officiellement créé l'ILL avec une participation majoritaire franco-allemande, les deux pays inspireurs étant ensuite rejoints par la Grande-Bretagne en 1973 (à titre de ILL's Associate) et, à un niveau moindre, par l'Espagne, la Suisse et l'Autriche, à titre d'« Associated Scientific Members ». C'est en janvier 1968 que démarra la construction du Réacteur à haut flux de neutrons, mais il fallut attendre août 1971 pour que celui-ci « diverge » et quelques mois de plus pour qu'il soit déclaré opérationnel après avoir atteint sa puissance nominale.

L'effet d'entraînement occasionné par la mise à la disposition de la communauté scientifique d'une telle source, joint au fait qu'il soit possible d'utiliser ces neutrons à grande distance en direction d'instruments répartis sur de larges surfaces autour du réacteur, a engendré un véritable processus cumulatif de demandes scientifiques et de candidats utilisateurs : actuellement l'ILL emploie 80 chercheurs permanents assistés de 320 agents techniques qui assurent un fonctionnement continu du réacteur à haut flux pendant 240 jours par an. 800 expériences en moyenne sont effectuées annuellement, dont une majorité sous le contrôle de 200 chercheurs universitaires ou industriels venus d'établissements ayant passé des contrats avec l'ILL. La majorité de ces chercheurs restent tout au plus quelques jours ou quelques semaines sur le site, effectuant les expériences agréées au moyen de 25 gros instruments majeurs alimentés en neutrons de différents niveaux de « température » par un système complexe à haute sécurité, qui donne au visiteur l'impression d'un monde de grosses tuyauteries et d'alimentation en énergie où vont se greffer sur des surfaces considérables de véritables petits blockhaus, des structures en tôle ondulée faisant penser à des baraques de chantier reliées par des passerelles et des escaliers le long desquels circulent de gros câbles se déroulant à l'infini. Le tout fait d'ailleurs penser à une immense base lunaire souterraine architecturée autour de halls gigantesques. L'observateur se sent vite dépassé par l'importance et le nombre de ces structures où travaillent, soit pour leur propre compte, soit en mode pluridisciplinaire, spécialistes de physique nucléaire et des particules élémentaires (avec des recherches sur le quarkonium et l'intrigant problème du « déficit en neutrinos »), ingénieurs sous contrat étudiant au niveau atomique les phénomènes de tension et de corrosion des matériaux, spécialistes des sciences biologiques et médicales, pharmacologues et techniciens des applications électroniques, représentants de toutes les branches faisant appel aux phénomènes de diffraction et pour lesquelles l'apport de l'ILL s'est révélé le complément indispensable des tech-



Nouvelle cuve du réacteur à haut flux dans sa piscine à l'ILL. Ce réacteur alimente en neutrons un nombre considérable de laboratoires répartis tout autour de l'installation centrale. Rien que pour le premier semestre 1995, près de 600 demandes d'expériences ont été proposées par diverses institutions scientifiques au Comité de sélection des programmes de l'installation grenobloise !

niques classiques, inopérantes à un certain niveau, grâce aux capacités de « diffusion élastique » et de « diffusion inélastique » des neutrons. Disposant du plus grand nombre de dispositifs expérimentaux reliés à une source de ce type, le réacteur à haut flux de l'ILL reste dans son genre l'instrument le plus puissant du monde du fait de l'arrêt des projets américains dus à des problèmes de coûts et à l'opposition des antinucléaires à cause de l'utilisation d'uranium enrichi.

Bien que datant de 1968, le réacteur fut judicieusement conçu selon une conception modulaire moderne qui offrait l'avantage de permettre le remplacement de ses éléments défectueux ou obsolètes sans être obligé de démonter le tout. C'est ainsi que le réacteur fut arrêté en avril 1991 afin de permettre la rénovation de sa partie centrale et de sa cuve, et ce processus réussi (le coût total de l'opération a été limité à 173 millions de francs) doit beaucoup à la participation du personnel qui se fit lui-même maçon,

