

# Compte-rendu du sous-comité instrumental du laboratoire Léon Brillouin

23 novembre 2007

## Membres du sous-comité

Charles Simon, Caen, président  
Thomas Brückel, Jülich, vice-président  
Helmut Schober, ILL, Grenoble  
Louis-Pierre Regnault, CEA Grenoble  
Winfried Petry, Munich  
Françoise Leclercq, Lille, présidente de la  
Société Française de Neutronique  
Michel Rawiso, Strasbourg  
Stefan Klotz, Paris  
Jean-François Legrand, président du  
conseil scientifique du LLB

## Et du LLB:

Annie Brûlet  
Arsen Goukassov  
Jean-Marc Zanotti  
Frederic Ott  
Philippe Boutrouille  
Sylvain Désert  
Jean-Louis Meuriot  
Bernard Rieu  
Alain Menelle

## Introduction :

Après plusieurs années d'incertitude, qui ont été très préjudiciables à l'investissement dans l'avenir, le CNRS et le CEA ont signé une convention de 5 ans renouvelable par tacite reconduction qui prévoit un fonctionnement du réacteur Orphée minimum de 180 jours par an. Les données techniques du réacteur indiquent une durée de vie de la source très longue, ce qui amène à réfléchir sur les investissements expérimentaux nécessaires pour toujours bénéficier d'un outil instrumental de premier plan. La mission de notre sous comité, fixée par le conseil scientifique du laboratoire, est d'évaluer et de proposer au conseil d'administration des choix concertés pour l'évolution des équipements expérimentaux. La méthode retenue a été de discuter, dans une réunion de deux jours, les 25 et 26 octobre 2007, des propositions techniques du laboratoire, résumées dans un document détaillé et présentées lors d'exposés et de visite des instruments. Leur évaluation a été faite par les seuls membres du sous-comité extérieurs au LLB. Ce document en résume les conclusions.

## Généralités :

Les membres extérieurs du sous-comité ont particulièrement apprécié le travail effectué par le laboratoire Léon Brillouin lors de la préparation de ces journées et remercient tous les personnels du laboratoire pour leur disponibilité.

Le sous-comité instrumental a émis ses conclusions en prenant en compte les aspects techniques et scientifiques des projets. Nous chargeons le LLB d'effectuer une enquête complémentaire sur les attentes scientifiques de la communauté des utilisateurs en demandant aux « comités de sélection » de décembre 2007 d'examiner les projets phares proposés ici pour commenter les aspects techniques de ces projets. Cette enquête servira d'évaluation de la demande scientifique des utilisateurs. Une autre réunion de notre sous-comité est prévue au printemps 2008 pour faire le point sur l'avancement des projets techniques à cette date et

prendre en compte les remarques des « comités de sélection » et du Conseil Scientifique du laboratoire afin d'affiner nos conclusions

Nous avons été très impressionnés par la qualité de l'instrumentation existante. Les instruments trois axes, monocristaux, poudres sont d'excellent niveau, et même à la pointe mondiale en ce qui concerne les mesures « haute pression ». De nombreux instruments sont en cours de modernisation et ce travail doit être poursuivi. La difficulté de l'exercice est que les moyens en investissement du laboratoire sont limités (trop limités à notre avis<sup>1</sup>) et que les nouveaux projets d'instrumentation ne doivent pas freiner les modernisations nécessaires de l'instrumentation existante, sous peine de voir les utilisateurs se tourner rapidement vers d'autres Centres mieux équipés. Nous insistons particulièrement sur ce point : il ne faut pas qu'une instrumentation vieillissante ne détourne les utilisateurs de ce Centre d'excellence qu'est le laboratoire Léon Brillouin. À côté d'une modernisation continue des appareils existants, un très grand équipement doit avoir la possibilité de réaliser au moins un nouvel instrument par an afin de pouvoir renouveler son parc d'instrumentation tous les 10 à 20 ans environ.

### **Projets phares :**

Nous avons particulièrement apprécié les projets phares de nouveaux instruments qui ont été proposés afin de prendre en compte les évolutions récentes des sujets et des techniques du domaine :

**Le projet « Fa dièse »** : un spectromètre inélastique hybride à temps de vol de type FOCUS (PSI). Les éléments clefs du spectromètre primaire sont : (i) un monochromateur focalisant à la fois horizontalement et verticalement et permettant d'accéder aux longueurs d'onde courtes nécessaires pour les études de la matière dure (ii) un chopper de Fermi. Les distances Guide-Monochromateur et Monochromateur-Échantillon seront variables de façon à pouvoir basculer d'un mode de fonctionnement « focalisation en temps » (IN6, ILL) à un mode « focalisation en énergie ».

Fa dièse dispose d'un emplacement très privilégié, en bout de guide, sur G3 totalement rénové (Super-miroirs). La très grande surface disponible à cet endroit du hall des guides, permettra : (i) au(x) monochromateur(s) d'accommoder une bande très large d'angles de take-off ; (ii) d'assurer une gamme étendue de distances Guide-Monochromateur et Monochromateur-Échantillon. Nous recommandons le design d'un spectromètre secondaire raccourci par rapport à celui de Mibémol et fonctionnant sous vide. Dans une première étape, les détecteurs tubes He<sup>3</sup> (3 bars) de Mibémol pourraient être réutilisés, mais une seconde étape devrait prévoir des détecteurs plus efficaces (10 bars) et surtout PSD. Un multidétecteur XY petits angles nous semble également important.

Ce spectromètre offrira un taux de comptage deux ordres de grandeur supérieurs à celui de Mibémol. Il permettra de conforter les domaines scientifiques actuellement actifs sur Mibémol et permettra la conquête des domaines de la physique dure (Magnétisme) pour l'instant notoirement sous-représentée sur Mibémol.

Les performances de Fa dièse en termes de flux/résolution feront de ce spectromètre un acteur incontournable au premier plan de la compétition mondiale (IN5C, ILL et TOFTOF, FRMII).

---

<sup>1</sup> Pour fixer les idées : la construction d'un spectromètre de diffusion de neutrons coûte en moyenne de 3 à 4 M€ et a une durée de vie de 20 ans. Pour qu'un institut puisse offrir à la communauté de ses utilisateurs 20 spectromètres, le budget annuel d'investissement instrumental nécessaire est rapidement évalué à 3 à 4 M€

**Le projet « EROS II » :** L'installation de Fa dièse sur le guide G3 suppose le déménagement du réflectomètre EROS sur le guide G6 à l'emplacement libéré par Mibémol ; cette nouvelle implantation se fera avec un gain en intensité de 3.5 à  $\delta\lambda/\lambda$  constant et autorisera l'installation d'un nouveau chopper multi-disques permettant de travailler à des résolutions plus larges pour des études de couches ultra minces.

A plus long terme (5 ans) nous recommandons de poursuivre les études techniques visant l'évolution de EROS 2 vers un réflectomètre très haut flux ( gain de 10 à 50 en intensité) afin d'ouvrir la voie vers les mesures ultra rapides de réflectométrie spéculaire ultra rapides pour des applications cinétiques.

**Le projet « PA-20 » :** un spectromètre aux petits angles 20m-20m avec des neutrons polarisés pour une étude des matériaux magnétiques (nanomatériaux, films minces, nanotubes, ...), domaine en pleine expansion aujourd'hui. Il sera installé en bout de guide G5 avec une grande hauteur de faisceau qui sera focalisée pour obtenir une grande intensité. L'arrêt de plusieurs spectromètres sur le guide G5 permettra de disposer des 40m nécessaires.

**Le projet « Textures-Contraintes » :** Nous recommandons de réaliser les études techniques pour un diffractomètre dédié aux « Matériaux » en remplacement des appareils G5.2 et 6 T1 sur un faisceau thermique permettant à la fois les études industrielles de contraintes et les études plus académiques des textures. Ce projet doit être étayé pour trouver une place sur les sorties thermiques existantes (faisabilité en 3T1 ou 6T1).

Ces quatre projets devraient pouvoir trouver leur place dans un programme concerté sur une durée de 5-6 ans (« CAP 2013 ») et faire passer le nombre total de spectromètres du LLB à 20 (22 aujourd'hui)

### **Projets en cours :**

Parallèlement, les créations et rénovations d'instruments en cours sont à poursuivre (certaines ne demandent plus de financement) :

**Multi-muses :** Il faut poursuivre ce projet de spectromètre multidétecteur à écho de spin neutronique résonnant dans un partenariat plus resserré avec FRM-II, qui a un projet similaire.

**TPA :** Le montage du spectromètre de diffusion à très petits angles (rendu possible grâce à un financement régional) doit être terminé avec le montage d'un collimateur multifaisceaux et le changement du déviateur de guide.

**Poudres et Liquides:** Les quatre diffractomètres poudre ont été rénovés récemment. Le projet de gain de flux par le remplacement du bouchon 3T est à prévoir, indépendamment des spectromètres. Il faudrait étudier la possibilité de remplacer le détecteur de 3T2 par un multidétecteur à haute pression à résolution verticale.

Sur 7C2, diffractomètre aux grands transferts de moment : Il faut abandonner le projet de développement d'un multidétecteur « microstrips » qui ne débouche pas et équiper au plus vite ce diffractomètre d'un détecteur commercial de grande efficacité et présentant la stabilité et la résolution aux petits angles requises. Cet appareil est incontournable pour les études de structure des matériaux désordonnés mais risque de perdre ses utilisateurs si le retard de projet se poursuit. Ici également nous soulignons l'importance de développer des logiciels de

traitement des données « de base » qui prennent en compte les corrections nécessaires à l'extraction correcte d'un facteur de structure dans toute la gamme de Q couverte.

**Monocristaux :** Nous avons apprécié l'effort continu d'instrumentation dans ce domaine (trois diffractomètres). En particulier, la transformation du diffractomètre 6T2 en nouvel appareil Super 6T2 doit être soulignée : le nouvel appareil est doté d'un multidétecteur et d'un polariseur à supermirroir. Il faut noter que la construction de cet appareil a été possible grâce à des financements extérieurs. En l'état actuel, le diffractomètre permet de travailler avec des échantillons de volume submillimétrique. Ceci met le LLB au premier rang dans les études sous conditions extrêmes, en particulier dans le domaine de la diffraction de neutrons sous très hautes pressions. À la lumière de l'expérience acquise sur 6T2, ces efforts pour l'amélioration de luminosité des appareils monocristaux doivent être poursuivis, par l'augmentation de la surface de détection ainsi que par une modernisation des monochromateurs actuels pour atteindre une luminosité suffisante pour des cristaux de volumes micrométriques.

**3-axes:** Là encore, l'instrumentation est au meilleur niveau (quatre spectromètres). Le gain de flux par agrandissement du canal 1T semble prioritaire. Il faut développer l'analyse de polarisation de spin sur une des machines thermique et froide (2T, 4F1), et prévoir des modifications de spectromètres pour les rendre amagnétiques (utilisation en champs forts sur 2T et 4F2). Il faudrait prévoir une étude critique du dossier « multi analyseur » et considérer la faisabilité d'installer un changeur de monochromateur (graphite, cuivre et Heussler) sur le spectromètre 2T.

### **Quelques remarques générales :**

Si c'est incontestablement un « plus » d'avoir dans le laboratoire des chercheurs qui effectuent une recherche propre (même déconnectée de la neutronique), nous souhaitons attirer l'attention de la direction du laboratoire sur l'importance de faire apparaître cela clairement lors des présentations du LLB. Il est important de dégager de l'effectif global, le nombre de chercheurs, ingénieurs et techniciens, en charge de la conduite et du maintien des performances des spectromètres.

Pour les personnels CNRS, il est souhaitable que les sections d'évaluation envoient un message fort en faveur de l'instrumentation par le biais de promotion des chercheurs s'étant particulièrement investis dans le développement instrumental, activité mal prise en compte par des indices bibliométriques qui restent souvent les seuls critères des avancements de carrière. Il est temps de compenser l'effet désastreux des dernières années, marquées par un avenir incertain, qui ont poussé de nombreux chercheurs hors des projets d'instrumentation du LLB.

Nous souhaitons également envoyer un message aux « Comités de sélection du LLB » : il semble préférable de donner plus de temps par expérience en sélectionnant moins de propositions. Les fractionnements d'expériences sur plusieurs années sont très consommateurs en temps et ne favorisent qu'à la marge la quantité des résultats. Plus d'efficacité serait également obtenue au prix d'un investissement plus important des utilisateurs dans la préparation de l'expérience en discussion préalable avec le contact local.

## RECOMMANDATIONS

Nous recommandons de poursuivre le gros effort d'instrumentation qui fait la force du laboratoire Léon Brillouin. Les projets en cours doivent être finalisés rapidement, de façon concertée avec la mise en chantier des projets phares de rénovation jugés prioritaires pour les 5 ans à venir.

Sur un plan plus général, nous recommandons d'investir dans l'équipement « environnement d'échantillons » afin de ne pas surcharger le personnel technique en maintenance de matériel vieillissant. Il faut rassembler les forces par des économies d'échelle sur des projets à l'interface des groupes. Citons comme exemples d'équipements intéressant plusieurs groupes :

- i) les fours permettant d'atteindre des températures supérieures à 1000°C ou permettant de travailler en atmosphère contrôlée,
- ii) les champs magnétiques jusqu'à 15T,
- iii) les cryostats à dilution,
- iv) les techniques de polarisation et d'analyse de polarisation

Nous recommandons de structurer les forces existantes sur les quelques projets phares évalués ci-dessus. Au fur et à mesure de leur remplacement par les spectromètres de nouvelle génération (Fa dièse, EROS II, Diffractomètre Textures-contraintes, Papy-20), il conviendra d'abandonner les appareils actuellement en opération (Mi-bémol, EROS I, textures 6T1, contraintes 5G2, PAXE et PAPYRUS, ...) afin d'en libérer les emplacements physiques et les moyens en personnel correspondants. À l'issue de ce programme, le nombre d'appareils en service sera ramené de 22 à 20, avec une meilleure couverture des besoins de la communauté scientifique.

Le comité instrumental a pris conscience du faible nombre de personnes pour mener à bien à la fois les nouveaux projets, l'entretien, et l'accueil des visiteurs. Il semble difficile de demander aux tutelles une augmentation massive du nombre de personnes. Néanmoins il est impératif d'affecter un poste d'ingénieur par projet phare retenu. Il serait également souhaitable de mutualiser les connaissances, par exemple en simulation des projets d'instruments.

Enfin, nous demandons aux tutelles d'encourager et de soutenir fortement ce programme d'instrumentation de haut niveau, accompagnement nécessaire de la reconduction de la convention du réacteur « Orphée », en recherchant avec le Conseil Scientifique tout moyen permettant une augmentation du budget d'équipement (dotations exceptionnelles sur projet, démarche directe auprès du ministère, proposition de programme spécifique ANR sur des projets d'instrumentation, ou tout autre moyen à mettre en œuvre....). Il faut particulièrement insister sur :

- 1) L'incohérence qu'il y aurait à consacrer 10 M€ annuels à l'achat des neutrons et une somme dérisoire au maintien et/ou au développement du parc instrumental
- 2) La nécessité d'investir à un niveau comparable aux autres Centres européens pour "rester dans la course", parmi les meilleurs. Nous rappelons que d'autres pays européens sont en train d'investir massivement dans leurs sources de neutrons (Allemagne: FRMII, Royaume Uni.:

TS2 à ISIS) et dans ce contexte international le LLB risque de perdre rapidement sa compétitivité si aucun effort équivalent n'est fait. Un tel programme devrait permettre au LLB de jouer pleinement son rôle vis à vis de la communauté des neutroniciens et de préparer les physiciens français acteurs de demain qui assureront la position française au niveau européen des TGE de neutronique,

Ne laissons pas passer cette étape qui est critique et qui conditionne la position française dans la communauté européenne (utilisateurs et professionnels des Centres) des techniques neutroniques.