

INSTITUT MAX VON LAUE - PAUL LANGEVIN

---

GRENOBLE

RAPPORT ANNUEL 1969

(Version française)

## S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
- <u>Rapport général et conclusions à tirer pour l'activité future</u>	1
- <u>Services Techniques et Administration</u>	
. Services Techniques	7
. Réacteur	9
. Administration	11
- <u>Activités scientifiques</u>	
. Activités théoriques	16
. Développement de l'expérience	
- Physique Nucléaire	19
- Diffraction et Diffusion aux petits angles	22
- Diffusion inélastique	25
. Activités scientifiques expérimentales	27
. Séminaires et Ecole d'Eté	28
. Publications	30

## Rapport annuel du Directeur pour 1969

### Rapport général

#### Conclusions à tirer pour l'activité future

L'année que concerne ce rapport voit le projet du réacteur parvenir, en tous ses points, au stade de la réalisation. La tâche de l'Institut (le groupe du réacteur) était ainsi d'acquérir les connaissances du groupe projet pour le fonctionnement ultérieur du réacteur (il ne semble pas que beaucoup de membres du projet appartiendront plus tard à l'Institut). Il s'agira désormais de faire effectuer de nombreux travaux futurs par des membres du groupe du réacteur dont l'expérience pourra ensuite profiter à l'Institut.

La constitution du Service Technique (Jacquemain) a été possible dans la mesure où l'Institut, à la place du groupe projet, s'est chargé de l'étude des dispositifs expérimentaux. On a créé un service de construction et un d'électronique et de traitement de l'information, qui, tous deux ont été pleinement mis à contribution dès le début. En ce qui concerne le travail de construction, on attache une importance particulière à le confier au maximum à l'industrie. Il y a toujours, en outre, une collaboration avec Karlsruhe, Saclay, le C.E.N.G. et Jülich. En ce qui concerne le service d'électronique et de traitement de l'information, il y a une collaboration étroite, aussi bien avec le C.E.N.G. qu'avec Karlsruhe et Jülich. De cette façon, il sera possible d'effectuer les très nombreuses études pour les expériences, sans dépasser la capacité limite des services techniques.

L'Institut comprend en cette fin d'année 106 membres, dont 14 boursiers. Il reste toujours une répartition inégale chez les théoriciens, où les allemands sont plus nombreux, ainsi que chez les techniciens où il n'y a presque que des français. La répartition est à peu près équilibrée en

ce qui concerne les physiciens expérimentateurs et les ingénieurs, mais il y a plus de physiciens allemands et plus d'ingénieurs français. Nous ne devrions pas, à notre avis, accepter une pareille situation. Il sera nécessaire de tenir mieux compte qu'auparavant des particularités de l'Institut franco-allemand dans la fixation des grilles de salaires. En ce qui concerne les scientifiques, le recrutement des collaborateurs français en particulier présente des difficultés, inhérentes à la structure des institutions de la recherche et de l'enseignement. Nous espérons qu'une mesure de très grande envergure réussira à faire assumer par des instituts des deux pays, une grande part de notre travail de recherche (à peu près 70 %). Nous proposons de pourvoir, à la demande d'autres instituts, jusqu'à 70 % de nos postes scientifiques avec des collaborateurs qui travailleront au moins 9 mois par an à Grenoble, sans perdre pourtant contact avec leur institut et pourront être échangés de temps en temps contre d'autres collaborateurs du même institut.

Les services administratifs se sont agrandis en 1969. Il s'est avéré qu'un grand nombre de nos travaux diffèrent de ceux du C.E.N.G. avec lequel nous avons conclu un accord sur la répartition des tâches. On peut espérer qu'après la période de construction, la différence entre ces travaux ira en s'atténuant.

Du point de vue scientifique, l'année 1969 a été marquée avant tout par le développement des grands équipements expérimentaux. Nous avons essayé d'aller plus loin que ce qui se faisait jusque là pour des réacteurs comparables : avec ce réacteur, important tant par ses dimensions que par son coût, il est raisonnable de chercher également pour les dispositifs expérimentaux, des solutions permettant, même au prix d'une certaine dépense, de mieux utiliser qu'auparavant le flux de neutrons ou d'abaisser la limite de résolution d'une expérience. On pourrait ainsi effectuer des expériences qui ne sont pas possibles ailleurs. Avec la forte participation du Conseil Scientifique et de ses sous-comités, ainsi que des physiciens de Grenoble, Karlsruhe, Saclay, Jülich et Munich, toutes les méthodes de diffusion et de diffraction de neutrons ont été à nouveau étudiées ; finalement, la construction de 10 dispositifs expérimentaux de la première génération a été décidée. Le résultat est un certain compromis entre le désir de continuer à travailler avec des méthodes connues et les exigences d'approcher la limite possible de résolution et de précision de mesure

en employant toutes les nouvelles méthodes imaginables.

En résumé, nous croyons pouvoir dire aujourd'hui ceci : par rapport au meilleur réacteur comparable (Brookhaven) dans son état actuel, nous voyons les avantages suivants :

- 1) Grâce à une source chaude et une source froide prévues chez nous, on obtient pour certaines parties du spectre des neutrons un gain de flux de plus ~~d'un ordre de~~ grandeur.
- 2) En employant des conduits de neutrons (chez nous, 5 pour les neutrons thermiques et 5 à la source froide), la section efficace du faisceau de neutrons et la place pour les expériences se trouvent fortement augmentées à notre réacteur ; les neutrons rapides et les rayons  $\gamma$  du coeur, sont en même temps complètement supprimés. Des essais à Saclay et tout dernièrement à Munich (conduit de neutrons de 140 m pour neutrons de longueur d'onde jusqu'à 1 Å) ont définitivement prouvé que le concept de conduit de neutrons était techniquement réalisable.
- 3) Pour les travaux de physique nucléaire qui constitueront peut-être 20 % de l'activité totale, on a prévu 3 appareils de très haute performance (spectromètre pour produits de fission rapides, spectromètre pour produits de fission  $\gamma$  et spectromètre d'électrons pour capture de neutrons), ainsi que 2 faisceaux au moins venant de conduits de neutrons constitués de neutrons exclusivement thermiques et ayant, à leur sortie, une densité de flux de  $10^{10}$  n/cm<sup>2</sup> sec.
- 4) Parmi les diffractomètres, de nouveaux appareils sont en construction ; côté de quelques spectromètres "classiques" ils permettent d'obtenir par différentes méthodes, des gains d'intensité d'environ 2 ordres de grandeur pour l'étude de petits cristaux. La méthode de diffraction de neutrons se trouve ainsi être pour la première fois, même en intensité, une partenaire équivalente des méthodes de rayons X. Par ailleurs, d'autres dispositifs sont en construction ; ils offrent également pour l'étude du désordre dans les cristaux des avantages semblables. Il existe aussi la possibilité d'étudier par exemple les formes des raies de réflexions de Bragg avec une plus grande précision qu'auparavant. Tous ces problèmes peuvent être traités également avec des neutrons polarisés.

5) Pour la diffusion inélastique, on prévoit des appareils qui permettent de mesurer un grand domaine des processus de diffusion avec une résolution moyenne et une bonne intensité, et qui, de ce fait, sont particulièrement destinés à l'observation d'effets très faibles, à l'emploi de très petits échantillons et à des mesures sur des gaz denses par exemple. D'autre part, il y a des appareils conçus pour une résolution particulièrement élevée. Dans ce cas, tous les moyens possibles sont employés pour obtenir des intensités encore supportables malgré cette haute résolution. Des essais préliminaires à Munich, pour ne citer qu'un exemple, ont donné un gain de résolution de presque 2 ordres de grandeur par rapport aux valeurs habituelles. Les nouveaux appareils sont en partie très différents de ceux employés jusqu'alors. Quelques-uns seront sûrement utilisés plus tard à d'autres réacteurs également ; il est vrai qu'une partie d'entre eux nécessite l'emploi de conduits de neutrons qui n'est pas possible partout.

A l'issue de cette période où nous nous sommes occupés de manière intensive des possibilités expérimentales du réacteur, nous sommes enclins à penser que les dispositifs actuellement proposés (y compris quelques méthodes, qui font plutôt partie de la 2<sup>ème</sup> génération) présenteront un éventail presque complet d'appareillages possibles ; on pourra en effet résoudre par là presque tous les problèmes imaginables de façon quasi-optimale, on ne peut attendre (mis à part certaines exceptions comme le développement de meilleures méthodes de polarisation pour neutrons) une amélioration sensible de ces méthodes dans l'immédiat.

Après la période d'étude des appareils, l'activité scientifique se concentre désormais sur la préparation des expériences à effectuer après la mise en service du réacteur. Nous avons toujours insisté sur le fait que des expériences en pile apportent des contributions importantes et fondamentales dans de nombreux domaines de la matière liée, mais qu'il est essentiel que celles-ci gardent un rapport avec le reste de la recherche dans ce domaine. L'activité de l'Institut consistera pour une part à étudier à fond en partie en commun avec des physiciens de neutrons d'autres instituts, et pour chacune des grandes installations un ou quelques problèmes qui serviront à démontrer l'utilité des méthodes

employées, à améliorer la technique expérimentale et à assurer une certaine exploitation du réacteur. En même temps des résultats intéressants du point de vue scientifique pourront être atteints.

D'autre part, nous sommes en train d'établir de plus en plus de relations avec d'autres instituts pour attirer l'attention de scientifiques, n'ayant pas jusqu'alors travaillé avec des neutrons, sur les grandes possibilités données par un réacteur de recherche et les intéresser pour un travail à Grenoble. C'est à ce but que tendait la première école d'été de Saint-Maximin (Var, France), où un important domaine d'application des neutrons fut présenté à 40 jeunes physiciens. On a profité de la redistribution régulière des postes du Conseil Scientifique pour intéresser à l'I.L.L. plus de membres d'instituts qui jusque là n'avaient pas travaillé avec des neutrons. La possibilité évoquée plus haut, que certains de nos postes soient occupés par d'autres instituts, est une mesure allant dans le même sens. Une collaboration a été entreprise à la suite de nombreuses visites et discussions ; nous espérons parvenir à ce que le réacteur de l'Institut Laue-Langevin serve à beaucoup d'autres instituts.

Une part importante des efforts pour un programme scientifique porte sur la théorie. Le groupe de Munich était déjà, l'année dernière en pleine activité ; cette année, celui de Grenoble a été constitué et se trouve presque au complet. Ses membres ont commencé leur activité scientifique propre, ainsi que la collaboration avec les physiciens expérimentateurs. La direction de ces groupes reste encore un problème ; 2 fois déjà, les directeurs du groupe de Munich ont été nommés professeurs dans d'autres universités. Il sera nécessaire de chercher d'autres solutions.

Qu'on me permette de parler de l'Image Idéale de notre Institut : avec un important réacteur et des possibilités expérimentales exceptionnelles pour un vaste domaine de recherche avec une équipe scientifique bien entraînée et plus de 100 membres d'autres instituts de France, d'Allemagne et d'autres pays qui se rencontrent à Grenoble, font connaissance et échangent expériences et suggestions avec un groupe de théoriciens

qui rend accessible à tous l'état de la Science, l'Institut Laue-Langevin pourrait être, si l'on excepte le C.E.R.N. qui se différencie par sa grande autarcie scientifique, une institution probablement unique pour faire progresser l'unité de la recherche.

## SERVICES TECHNIQUES

### CONSTRUCTION de l'INSTITUT

Suivant le planning prévu, ont été livrés à l'Institut :

- en mars 1969, le bâtiment 1ère tranche qui est complètement occupé (environ 70 Personnes), le reste du personnel étant installé dans les locaux prêtés par le CEN-G et l'ISN.
- en février 1970, le bâtiment Hall d'essais - ateliers.

Le bâtiment principal bureaux-laboratoires et le bâtiment de liaisons commencés en juillet 1969, doivent être achevés en octobre 1970.

### SERVICES TECHNIQUES

Leur fonction est de mettre à la disposition des chercheurs les divers moyens techniques, support de la recherche.

Ils comprennent les groupes suivants :

- Groupe "Fabrications - Ateliers" (6 agents) :

- Un petit atelier fonctionne depuis juin 1969 dans le bâtiment 1ère tranche. Deux ouvriers y assurent 50 % des petites fabrications mécaniques pour les physiciens, le reste étant sous-traité aux ateliers du CEN-G ou à l'industrie.
- Les ateliers principaux, dont les machines sont en cours d'approvisionnement, commenceront à fonctionner en mars 1970. Ils permettront d'effectuer des travaux d'usinage, de chaudronnerie, de soudure, de montage ainsi que les traitements de surface et les contrôles spécifiques des techniques employées pour réaliser les dispositifs expérimentaux.

Ce groupe assure le stockage général de matières premières et de matières consommables, ainsi que la tenue d'une documentation technique et industrielle pour tout l'Institut.

- Le Hall d'essais, disponible en mars 1970, permettra le montage des réglages et les essais des dispositifs expérimentaux avant installation dans le hall du réacteur, ainsi que divers essais sur maquettes.

Ce groupe prend en charge les installations classiques des bâtiments tels que réseaux de fluides, électricité, chauffage, ventilation, moyens de manutention, téléphones, au fur et à mesure de l'achèvement des tranches de travaux, et prépare l'installation des laboratoires.

- Groupe Electronique (5 agents) :

Ce groupe assure deux missions principales :

- . Réalisation de la partie électronique de la plupart des dispositifs expérimentaux : détecteurs, commandes, châssis Camac, interfaces avec les calculateurs. Ce travail est conduit en liaison avec les physiciens et les industriels concernés.

- . Etude et réalisation de matériels électroniques spécialisés pour les expérimentateurs, commandes à l'industrie, prêt de matériel, standardisation maintenance et tenue de documentation technique.

Le groupe électronique installe actuellement un petit laboratoire avec équipement de base pour contrôle et essais de sous-ensembles.

- Groupe Informatique (4 agents) :

Constitué en septembre 1969, il a participé à la définition des systèmes d'acquisition, de traitement et de contrôle des expériences prévues autour du réacteur qui a abouti à l'établissement des contrats avec la GFK et le LETI.

Au cours de l'année 1970, il se préparera à la prise en charge des installations correspondantes : mise au courant à la GFK et au LETI, stages chez les constructeurs de calculateurs de processus et de leurs périphériques (Telefunken, Télémécanique Electrique).

Il travaille en étroite liaison avec les physiciens, en particulier pour l'établissement de leurs programmes et le traitement des résultats.

- Groupe Cryogénie-Vide :

Ce groupe sera constitué en 1970 pour aider les physiciens à réaliser la partie cryogénique de leurs expériences, approvisionner les fluides correspondants et gérer un parc de matériel cryogénie et vide banalisé en assurant la maintenance des installations.

- Groupe Sécurité (2 agents) :

La sécurité radiologique est, dès à présent, assurée par l'Institut. Le personnel ILL travaillant auprès d'appareils générateurs de rayons X et effectuant des expériences préliminaires autour des réacteurs du CEN-G dispose de moyens individuels de radioprotection (films, appareils portatifs).

En 1970 commencera l'approvisionnement du matériel spécialisé non fourni par les constructeurs : matériel de radioprotection individuelle, vêtements spéciaux, surveillance des égouts.

Dès leur livraison à l'Institut, les bâtiments sont équipés des moyens propres à assurer la sécurité générale : moyens d'extinction d'incendie, réseau de téléalarmes, relié au poste central de Sécurité du CEN-G pour la détection d'incendie, de fuites de fluides, de concentrations gazeuses dangereuses.

Les installations générales et expérimentales sont examinées dès le stade projet pour évaluation des risques et étude des moyens propres à éviter les accidents et à limiter leurs effets.

## EXPLOITATION DU REACTEUR

L'équipe du réacteur a continué à se constituer pour faire face aux problèmes posés par la construction du réacteur, les essais, les divers sous-ensembles et la préparation de l'exploitation.

Ont été recrutés, cette année, les trois ingénieurs chargés des problèmes du bloc-pile, de la physique du réacteur et de la source froide ainsi que cinq agents techniques chargés du contrôle du calculateur couplé à l'installation de contrôle, de l'électronique et des circuits, une secrétaire et un dessinateur.

Un plan de recrutement détaillé a été mis au point : 45 agents au total seront recrutés à la fin de l'année 1970, les effectifs actuels du réacteur étant de 13 agents.

Ces 45 agents seront répartis de la manière suivante :

- 7 ingénieurs,
- 15 agents chefs de quart, électriciens et mécaniciens de service continu, en formation pour le service continu du réacteur, ou sur le chantier pour assurer la réception et les essais des divers sous-ensembles.
- 23 agents divers destinés à former l'armature du groupe réacteur dans les différentes techniques.

L'arrivée de ce personnel sera échelonnée dans le temps en fonction des besoins des essais en usine, du montage sur le chantier et des essais de réception.

Les agents d'exploitation du réacteur ont accompli en 1969, en collaboration avec le Groupe Projet, l'Architecte Industriel et les expérimentateurs de nombreux travaux, notamment :

- Etude des spécifications techniques de l'installation électrique générale; fonctions du TCMS,
- Etude des circuits de séchage du bloc-pile,
- Etablissement des schémas de fonctionnement des circuits,
- Etude d'implantation générale dans le réacteur,
- Choix des équipements de la cellule chaude,
- Propositions sur la position des chambres de contrôle,
- Etude de la distribution des fluides aux expérimentateurs,
- Visite des installations de HFBR, HFIR et du Centre de JÜLICH.

Dans le même temps, un important document descriptif du réacteur a été élaboré, nécessitant l'établissement de nombreux schémas et le rassemblement d'informations auparavant dispersées.

Enfin, l'organisation des commissions d'essais a été précisée, notamment les rôles respectifs du Groupe Projet, de l'Architecte Industriel et de l'Exploitant du Réacteur.

Il a été notamment proposé que dans les phases 1 et 2, le Groupe Projet assurerait la coordination des essais, fonction qui sera transférée au Chef du Réacteur à partir de la phase 3 (essais avec neutrons).

Pour cette phase, il a été proposé de s'assurer de la collaboration de quelques agents du CEA ayant travaillé sur le programme FOEHN à CADARACHE. Grâce à cette collaboration, la continuité des essais neutroniques du réacteur serait assurée et l'achat de certains matériels spécialisés (réactimètres, etc) apportés par cette équipe, évité.

## ADMINISTRATION

Durant l'exercice, le nombre des agents de l'Institut (employés, chercheurs invités et boursiers-thèse) qui était de 37 à Grenoble et de 11 à Garching, soit 48 au 1er janvier 1969, est passé à 93 à Grenoble et à 13 à Garching, soit 106 au 31 Décembre 1969.

Sur ce nombre, 21 agents travaillent au Groupe "Physique Théorique", 21 au Groupe "Physique expérimentale", 35 à la construction des dispositifs expérimentaux et 29 aux services généraux techniques et administratifs.

- 51 exercent des fonctions de Cadres - 14 sont boursiers-thèse, 5 chercheurs invités et 36 ont des postes non-cadre. La répartition par nationalité est la suivante :

	Français	Allemands	Divers
Cadres	18	27	6
Boursiers-thèse	7	5	2
Chercheurs-invités		1	4
Divers	<u>30</u>	<u>6</u>	<u>    </u>
TOTAL	55	39	12

L'Institut a jusqu'ici reçu au total 1.300 candidatures écrites (dont environ 1.100 durant l'exercice) ; parmi celles-ci 520 provenaient d'Allemagne, 780 de France. Environ 100 candidats ont été convoqués.

480 ont reçu une réponse négative, l'Institut a laissé entrevoir aux autres candidats une nouvelle prise de contact dans le courant de l'an 1970.

Il a été particulièrement difficile de recruter du personnel allemand de niveau non universitaire. En effet, cette catégorie de personnel en Allemagne bénéficie de traitements sensiblement plus élevés. La prime d'accoutumance, dégressive et proportionnelle au montant du traitement ne constitue pas - en particulier si on la compare aux primes de dépayement payées par des organismes multinationaux - un attrait suffisant pour compenser un traitement moins élevé. Les mesures monétaires ayant diminué d'environ 23 % la contre-valeur (en DM) des traitements payés en France presque tous les entretiens, avec les candidats non-français à des postes autres que cadres, n'ont pas abouti. Ces mesures monétaires ont également rendu plus difficile l'embauche du personnel Cadre. Sans doute le régime adopté par le Comité de Direction lors de sa 7ème réunion du 18.11.1969 à Munich concernant le paiement d'une prime de transfert, a-t-il atténué les désavantages résultant des mesures monétaires pour les collaborateurs n'ayant pas leur domicile en France ; cependant, une telle mesure est restée sans effet pour le recrutement du personnel étant donné que sa validité est limitée au 31.3.1970.

La durée limitée des contrats conclus avec les agents scientifiques constitue parfois un obstacle au recrutement de cette catégorie de personnel. L'Institut a pu surmonter en partie cette difficulté en accordant à ces agents une meilleure classification, justifiée par le manque de sécurité de leur emploi. Dans certains cas particuliers, ou d'une manière générale, l'Institut a obtenu de la part d'Instituts ou d'organismes scientifiques nationaux, où le candidat était employé auparavant, l'assurance que ce dernier pourrait y être ré-intégré.

Un problème particulier est lié au recrutement des agents venant du C.I.L.L. doit compenser la prime d'ancienneté acquise par ces collaborateurs au cours de leur activité au C.E.A. et leur accorde, de ce fait, un avantage financier dont ne bénéficient pas les collaborateurs de même qualification et expérience scientifique venant d'autres organismes.

Par ailleurs, l'application du statut du personnel et des règlements arrêtés par le Comité de Direction ne soulève pas de graves problèmes d'ensemble. Dans certains cas particuliers, il peut en résulter des conséquences peu satisfaisantes dont l'Institut devra tenir compte lorsqu'il possédant davantage d'expérience, il présentera des propositions en vue d'une révision des réglementations. Les tâches administratives quotidiennes prennent beaucoup de temps pour un petit bureau dont les travaux ne présentent que peu d'aspects routiniers. Le recrutement de chaque nouvel agent n'entraîne pas seulement des mesures administratives internes : tout nouvel agent étranger doit être aidé par l'I.L.L. dans ses démarches auprès des organismes tels que préfecture, police, douane et des agences de location d'appartements. Avec l'aide du C.E.N.G., l'ILL a commencé à l'automne l'étude de l'adaptation des calculs et versements des rémunérations sur système mécanographique ; le nouveau système devrait être en place en avril 1970.

En ce qui concerne la Comptabilité, le système mécanographique fonctionne depuis l'été 1969. L'avantage escompté par la Direction de l'Institut en matière d'information a cependant été minime jusqu'à présent, car les mesures monétaires ont exigé des modifications et des ajustements qui n'ont pu être menés à bien qu'à la fin de l'année. Il restera ensuite à mettre au point les programmes des comptes analytiques à partir du 1.1.1970 qui permettront une présentation des comptes plus claire et plus précise.

Les achats se sont, comme auparavant, effectués en majeure partie par l'Intermédiaire du C.E.N.G. (73 % des commandes). Les commandes directes de l'ILL se limitent à des achats particulièrement urgents et, en règle générale, de valeur minime. Lors de la passation d'appels d'offres, l'ILL est également conseillé pour la partie commerciale par le C.E.N.G.

La collaboration entre l'ILL et le C.E.N.G. est basée sur le contrat approuvé par le Comité de Direction lors de sa 6ème réunion du 26 mars 1969. Ce contrat prévoit que - sans préjudice d'accords supplémentaires particuliers sur une collaboration à des projets scientifiques - l'ILL

peut demander l'aide administrative et technique du C.E.N.G. dans les domaines suivants :

- |  |          |
|--|----------|
| 1) - Achats et Contrats                        | (1)      |
| 2) - Sorties de magasins                       | (1)      |
| 3) - Comptabilité et Gestion des Finances      | (1)      |
| 4) - Recherche de Personnel                    | (1)      |
| 5) - Parc automobile, Service de cars, Cantine | (2)      |
| 6) - Sécurité et protection contre l'Incendie  | (2)      |
| 7) - Contrôle médical du Personnel             | (1 et 2) |
| 8) - Services Techniques Généraux et Entretien | (2)      |
| 9) - Ateliers mécaniques                       | (2)      |
| 10) - Protection contre les radiations         | (2)      |
| 11) - Electronique                             | (2)      |
| 12) - Centre mécanographique                   | (2)      |

Pour le calcul des frais, on a fait la différence, suivant les prestations de services, entre des coûts forfaitaires (1) et des dépenses contrôlées (2), sur la base du temps consacré à l'ILL conformément aux principes discutés lors d'un entretien qui a eu lieu le 19.5.1967 entre Monsieur GREIFELD et Monsieur LABUSSIÈRE - principes exposés au Comité de Direction lors de sa 3ème réunion les 3 et 4 juillet 1967 - (voir page 6 du compte-rendu). Après un commun accord et dans des cas particuliers, l'ILL peut s'exonérer du remboursement des frais en détachant son propre personnel au service du C.E.N.G.

D'une manière générale, il est possible de dire que l'ILL a obtenu de la part des services administratifs les plus divers des associés tous les renseignements désirés et, dans de nombreux cas, une assistance indispensable. Le service des Brevets de la G.F.K. étudie actuellement 4 demandes et un agent de l'ILL est associé à un Brevet du C.E.A. La collaboration entre Chef de Projet et l'Administration de l'Institut a également été excellente.

La Commission de Contrôle des Comptes - plus particulièrement certains,

de ses membres ou représentants - sont venus 4 fois à Grenoble et 2 fois à Paris où ils ont travaillé au total pendant 18 jours. L'Institut a collaboré à la rédaction et à la diffusion du rapport. Le travail du Secrétariat du Comité de Direction est également affectué dans le cadre de l'Institut.

## ACTIVITES THEORIQUES

### 1 - Généralités

Les théoriciens de l'I.L.L. sont répartis en 2 équipes : une à Garching, l'autre à Grenoble.

Une vingtaine de chercheurs ont fait à Garching un séjour plus ou moins long en 1969.

L'équipe de Grenoble, réduite à une ou 2 unités avant juin 1969, existe pratiquement depuis cet été et comporte actuellement 7 chercheurs.

### 2 - Travaux accomplis en 1969

Les équipes de Garching et Grenoble ont publié une vingtaine d'articles portant sur les points suivants :

#### A - Phénomènes critiques

- 1) phénomènes critiques statiques dans les corps magnétiques (Wegner, Riedel), dans l'hélium (Mikeska) les ferroélectriques (Hüller et Villain)
- 2) phénomènes critiques dynamiques : dispersion du phonon mou dans  $BaTiO_3$  (Hüller), forme de la rate critique dans les antiferromagnétiques (Wegner)

#### B - Propriétés dynamiques des solides et phénomènes de transport

- 1) Phonons : premier et second son dans les solides (Ranninger - solides quantiques (Michel, Götze) - Influence des forces à 3 corps (Hüller, Götze, Schmidt)
- 2) Magnons - prédiction d'un second son dans les ferromagnétiques dans certaines conditions (Michel, Schwabl) ; Susceptibilité dynamique longitudinale dans les antiferromagnétiques (Villain)

#### C - Métaux

Supraconductivité (Mikeska, Schmidt) et effet Kondo (Solyom, Zawadowsky, Fazekas), effet Kondo aux moyennes concentrations (Matho)

## D - Divers

Diffusion des neutrons très lents (Handel), physique nucléaire (Schmidt, Kleber) Mélange  $\text{He}^3$  -  $\text{He}^4$  (Saam), chopper statistique (von Jan)

### 3 - Collaboration théoriciens - expérimentateurs

Certains de ces travaux ont vérifié des résultats expérimentaux antérieurs (par exemple le travail de Wegner) d'autres (comme les prédictions sur le phonon mou de  $\text{BaTiO}_3$ ) ont été vérifiés depuis. D'autres (comme la prédiction d'un second son dans un gaz de magnons) doivent encore être vérifiés.

La pile à haut flux de Grenoble sera un instrument de choix pour la vérification expérimentale des travaux théoriques effectués ou entrepris sur les phonons, les magnons et les propriétés magnétiques des métaux. Une expérience de neutrons sur ce dernier point est préparée par M. Benda, en collaboration avec une équipe d'expérimentateurs. D'autre part, à Grenoble, il existe une collaboration entre les théoriciens de l'I.L.L. (Matho - Benda) et les expérimentateurs du C.N.R.S. (Tournier...) dans le domaine du magnétisme des métaux.

Cependant, la coopération théoriciens - expérimentateurs devrait être resserrée à l'avenir.

### 4 - Relations entre Garching et Grenoble et relations extérieures

Une demi-douzaine de théoriciens de l'équipe de Garching ont séjourné à Grenoble quelques semaines dans la première moitié de l'année avant l'installation d'un vrai groupe théorique à Grenoble. Ces visites ont été néanmoins utiles, bien que les chercheurs qui sont venus par paire aient eu tendance à former un état lié qu'un "gap" séparait du milieu grenoblois.

La continuation de ces visites, ainsi que des visites Grenoble - Garching s'impose. L'absence d'un bureau libre est un obstacle très grave.

Des relations fréquentes avec les autres Instituts de physique théorique (Orsay etc.) s'imposent aussi, surtout pour le groupe de Grenoble qui doit absolument surmonter le danger évident de rester isolé.

## Développement de l'expérience - physique nucléaire

### 1. Spectromètre pour produits de fission non freinés

Toutes les parties essentielles du spectromètre de masse ont été étudiées et sont en instance de réalisation, en particulier : canal avec obturateur, porte source, dispositif de changement de source, collimateurs, chambre à vide de l'aimant et beam-catcher électro-aimant avec bobines, châssis d'ajustage, alimentation en courant et gaussmètre. Un appel d'offres a été lancé pour l'ensemble électrostatique et les canaux de communication à l'aimant et à la chambre de mesure. Une partie des appareils pour le spectromètre de masse est déjà livrée et employée pour une expérience préliminaire sous haute tension (générateurs haute-tension, résistances de mesure et d'amortissement, armatures de régulation, pompes à vide et autres éléments de construction pour vide). Cet essai sous haute tension représente une expérience préalable importante pour la construction du séparateur électrostatique mentionné ci-dessus. La maquette comporte le même écartement d'électrodes que le séparateur. Elle permet l'étude de différents matériaux et formes d'électrodes, l'examen des traversées à haute tension dans le vide, elle permet en outre l'étude des procédés de polissage et de nettoyage. Les tensions atteintes lors des premiers essais (500 Kv) suffiraient déjà pour le fonctionnement du séparateur. C'est pourquoi, avec l'expérience acquise sur la maquette, nous avons le ferme espoir de pouvoir construire un grand séparateur résistant à la haute tension exigée.

Ces travaux ont été effectués dans le cadre de "l'Institut des Sciences Nucléaires", et en partie grâce à la coopération du groupe accélérateur sous la direction du Prof. FELICI.

## 2. Spectromètre pour le rayonnement $\gamma$ et $\beta$ lors de la capture des neutrons

### 2.1 - Spectromètre $\beta$

Le canal vertical, le porte-source et la boîte de changement de source pour la spectroscopie  $\beta$  ont été entièrement étudiés puis commandés auprès des ateliers AME du CENG. Le calcul des dimensions des 2 aimants de déviation a été programmé sur ordinateur. Les calculs, en première approximation, sont terminés et les aimants sont en étude. On a étudié de même les dispositifs de support et d'ajustage des aimants ainsi que la chambre à vide reliant le canal et les aimants. Des dispositifs pour le système de fentes ainsi que pour la mise en place d'une source radioactive, d'une plaque photo et des compteurs à l'endroit de l'image intermédiaire de la partie de la chambre entre les aimants ont été étudiés. Par ailleurs, on a effectué des calculs permettant de choisir l'emplacement le plus efficace des barres conductrices pour la compensation du champ terrestre. Une maquette montée dans le hall d'essais a montré qu'une compensation de 92 % à 94 % du champ terrestre est possible. Le système d'éclairage et d'observation de la cible a été projeté. L'entreprise CLAVE de Paris a soumis une offre à ce sujet. L'installation du vide a été projeté et un appel d'offres a été lancé. La commande aura probablement lieu en mars 1970. La stabilisation du champ magnétique a été étudiée et on a actuellement lancé un appel d'offres à ce sujet. Le projet d'alimentation en courant des aimants ainsi que l'alimentation en courant pour la compensation du champ terrestre sont en cours. Le dispositif de commande automatique de mesure ainsi que le système pour le traitement et la mise en mémoire des données sont examinés pour l'instant par le département électronique de l'Institut.

### 2.2 - Spectromètre gamma :

Le canal traversier pour la spectroscopie  $\gamma$ , le porte-source qui en fait partie et le dispositif de changement de source après étude complète ont été commandés aux Établissements NEYRPIC. Le système de vide a été mis en appel d'offres, la commande aura lieu en mars 1970. Les études mécaniques de l'appareil à 24 m ont été entreprises. Le collimateur Soller, ainsi que son support et sa protection, le support des cristaux, le cadre du spectromètre

ainsi que l'ensemble de la protection de l'appareil ont été projetés. Le système d'interféromètre nécessaire à la mesure d'angle est actuellement à l'essai sous la direction de Monsieur SCHULT à Munich, mais on doit pouvoir en disposer courant 1970.

## DIFFRACTION ET DIFFUSION AUX PETITS ANGLES

10 appareils sont en construction :

- D1 : Un cristal de Ge diffracte 2 longueurs d'onde ( $2\text{\AA}$ ,  $3\text{\AA}$ ) simultanément dans deux directions.
  - D1 A : Un spectromètre à poudre classique
  - D1 B : Il s'agit d'un spectromètre à poudre avec multi-détecteur. On a construit un prototype du détecteur et on va le tester en avril 1970 à Siloé. La table d'essai standard sera terminée en septembre 1970. L'électronique qui a été déterminée en détail est en construction. On a également conçu un dispositif pour refroidir l'échelle à basses températures.
  
- D2 : La mécanique et le blindage de ce spectromètre à neutrons thermiques ont été étudiés en détail. Des éléments sont déjà en construction. L'électronique est actuellement préparée au LETI. Le dispositif à basses températures n'est pas encore complètement éclairci. Un projet de cryostat avec bobine supraconductrice est en cours d'étude.
  
- D5 : Spectromètre pour neutrons polarisés. L'idée directrice est de produire des neutrons de longueurs d'ondes variables par rotation du spectromètre (avec blindage en béton). L'étude de détail du générateur spinflip et dans l'ensemble logique de l'électronique est terminée. Une commande manuelle ainsi qu'une commande automatique du spectromètre ont été prévues à l'aide d'un ordinateur. Des cristaux de  $\text{Cu}_2 \text{M}_n \text{Al}$  ont été envisagés pour le monochromateur et l'analyseur. Nous avons essayé d'améliorer les propriétés de ces cristaux.

- D6 : L'étude terminée, nous avons lancé un appel d'offres pour la mécanique de ce spectromètre (spectromètre à 100 détecteurs pour l'analyse de structure). La firme MAN a obtenu la commande. Un prototype de l'unité des balayages du détecteur fut testé. L'électronique de mesure et de commande est en construction. Un berceau d'Euler (de cercle entier) fut envisagé et mis en appel d'offres avec d'autres projets. L'ensemble de l'appareillage pourra fonctionner probablement en juin 1970.
- D7 : Spectromètre pour la diffusion entre les raies de Bragg. Cette diffusion donne en particulier des informations sur le champ de distorsion au voisinage des défauts, sur le séparateur de l'aimantation près des défauts ponctuels magnétiques. On a songé à utiliser un multidétecteur de grande surface. En déplaçant les éléments du détecteur et en tournant l'échantillon, un grand domaine du réseau réciproque doit alors être recouvert. Les calculs préparatoires et les travaux de projet sont en cours.
- D8 : Diffractomètre à 4 cercles. L'installation mécanique est terminée. L'appareil fonctionne actuellement à Siloé. Une partie de l'électronique est réalisée. Les connections électroniques avec le calculateur sont achevées (LETI). Deux devis sont actuellement étudiés pour le dispositif à basse température.
- D10 : Spectromètre à 3 axes focalisant. Le spectromètre est prévu avant tout pour des problèmes de diffusion élastique des neutrons thermiques. On essaie d'atteindre une résolution d'énergie de  $\frac{\Delta E}{E} = 2 \times 10^{-3}$ . On a prévu des cristaux  $\text{CaF}_2$  courbés thermiquement comme monochromateur et analyseur. Des expériences préparatoires avec de tels cristaux sont en cours. Le montage mécanique du spectromètre est en construction. On a envisagé et mis en appel d'offres un berceau d'Euler (de cercle entier) ainsi que d'autres projets.

- D 11 - Appareil de diffusion aux petits angles

Le spectromètre doit essentiellement servir à l'examen des inhomogénéités dans les solides. On essaie d'arriver à un haut pouvoir de résolution du vecteur d'onde ( $10^{-2}$  à  $10^{-4}$  Å<sup>-1</sup>). L'avant projet est terminé. Les neutrons monochromatiques seront donnés par un sélecteur mécanique. On prévoit la possibilité d'une focalisation par gravitation. Le système de détecteur pour le comptage des neutrons dans 2 dimensions est en construction.

- D 12 - Spectromètre pour la méthode de Laue modifiée

La méthode permet de mesurer simultanément un grand nombre ( $\sim 100$ ) d'intensités réfléchies pour l'analyse des structures des monocristaux. Les monocristaux courbés (Cu) et les systèmes lamellaires (Al) comme monochromateurs ont été développés et examinés à Silloué. On a construit et mis à l'épreuve avec succès une chambre cylindrique et une chambre plane pour l'enregistrement photographique des neutrons. Pour des expériences à Mélusine, on a construit un collimateur et un spectromètre à 2 axes très souple de son emploi. L'électronique correspondante sera prêtée par le C.E.N.G. jusque vers le milieu de 1970 et doit être ensuite remplacée par du matériel propre à l'Institut.

## DIFFUSION INELASTIQUE

Cette technique est d'une grande importance, car elle permet de mesurer très directement les interactions dans les solides. Après des discussions du Conseil Scientifique et d'un sous-comité ad hoc, un premier ensemble de 5 appareils a été mis en chantier. On a recherché à avoir une gamme d'équipements permettant d'aborder les diverses catégories d'expériences possibles. Ces 5 appareils sont :

- Un spectromètre à cristal tournant, destiné à des expériences très variées, mais spécialement bien adapté aux problèmes des liquides. Cet instrument est construit par le Centre d'Etudes Nucléaires de Karlsruhe.
- Un spectromètre à "multiples choppers". Il est destiné à la mesure des petits changements d'énergie.
- Trois spectromètres du type "Trois axes". Ces instruments couvriront des gammes d'énergie différentes et auront des résolutions différentes. L'un d'eux sera sur un faisceau issu de la source chaude, les deux autres respectivement sur un faisceau thermique ordinaire et sur un guide de neutrons thermiques.

Ces quatre derniers appareils sont construits directement par l'Institut.

La conception de chacun de ces cinq appareils a été très largement discutée, entre les physiciens qui les ont proposés, les ingénieurs et la Direction et les physiciens de l'Institut.

Ces discussions ont parfois conduit à des modifications considérables de la conception initiale.

L'état d'avancement de ces appareils est tel qu'on peut espérer qu'ils seront prêts en même temps que la pile.

.../...

## SEMINAIRES - ECOLE D'ETE DE SAINT-MAXIMIN

### 1 - But et classification des séminaires

Les séminaires ont des buts divers :

- Information sur les progrès de la physique, contacts avec les autres laboratoires ayant des préoccupations analogues aux nôtres
- Information sur la vie scientifique de l'Institut, contacts et discussions entre les chercheurs de l'I.L.L.
- Culture scientifique générale
- "Recyclage" ; Il s'agit de faire connaître les méthodes fondamentales, mais nouvelles, utilisées en physique (fonction de Green, diagrammes, etc.)

En octobre, sur la proposition de Monsieur MAIER-LEIBNITZ, il a donc été institué à Grenoble 4 catégories de séminaires :

- Séminaires "sérieux" de type classique : un chercheur parle de son travail en s'efforçant, si c'est possible, de le rendre accessible à de non-spécialistes. Cependant ces séminaires seront en général plus ou moins spécialisés.
- Séminaire "pour enfants" sur les méthodes fondamentales de la physique.
- Séminaires "pour grands enfants" ; il s'agit de faire un exposé général et simple sur une question déterminée - pas nécessairement dans le domaine de travail de l'orateur.
- Séminaires "Hyde Park" : discussions "informelles" en cercle restreint, soit sur un article récent, soit sur les recherches en cours d'un physicien de l'I.L.L.

### 2 - Application :

La fréquence moyenne des séminaires à Grenoble est comprise entre 1 et 2 <sup>par</sup> semaine, ce qui, compte tenu des temps morts en période de vacances, implique des pointes à 3 séminaires dans une semaine. Ces séminaires ont été faits par :

- a) des membres de l'institut,
- b) des chercheurs venus de divers points d'Allemagne, de France ou plus rarement d'autres pays,
- c) quelques chercheurs grenoblois.

La langue utilisée a été l'anglais - exceptionnellement le français.

### 3) L'Ecole d'Eté de Saint-Maximin

Une école d'été sur la spectroscopie neutronique de la matière condensée a eu lieu du 20 septembre au 9 octobre à Saint-Maximin (Var). Il y avait 41 élèves français et allemands (17 + 24). Le but était de former des chercheurs capables d'utiliser fructueusement dans un proche avenir la pile à haut flux en voie de construction.

Les élèves étaient recrutés parmi des étudiants avancés et même des chercheurs, et furent donc en général capables d'assimiler les cours, malgré leur niveau généralement élevé.

L'impression générale fut la satisfaction, autant pour le programme d'études que pour l'atmosphère de fraternité internationale qui régna.

---

LISTE DES PUBLICATIONS

---

Année 1969

1. Analysis of composite neutron monochromator systems consisting of curved crystalline lamellas  
F. RUSTICHELLI  
Nuclear Instruments and Methods 74 (1969) 219 - 223
  
2. Neutron conducting tubes  
H. MAIER-LEIBNITZ  
Reprint from : I.A.E.A. Vienna 1969  
"Neutron Capture Gamma-Ray spectroscopy"
  
3. Methyl group rotation and the low-temperature transition in Hexamethylbenzene. A neutron diffraction study  
W.C. HALMILTON, J.W. EDMONDS, A. TIPPE  
Faraday discussion 1969 September
  
4. Studio di un monocristallo CoO-NiO avente un gradiente di composizione e di distanza interatomica  
F. RUSTICHELLI  
Résumé d'une communication au "LV CONGRESSO NAZIONALE DELLA SOCIETA ITALIANA DE FISICA"  
Bolletino della Societa Italiana di Fisica 71 20 ottobre 1969
  
5. The statistical chopper for neutron Time-of-Flight Spectroscopy  
R. VON JAN, R. SCHERER  
Nuclear Instruments and Methods (à paraître)
  
6. Time dependent longitudinal spin pair correlation in isotropic antiferromagnets  
J. VILLAIN  
Solid State communications (à paraître)