

JAG

INSTITUT MAX VON LAUE - PAUL LANGEVIN

GRENOBLE

RAPPORT ANNUEL POUR 1970

	page
1. Introduction	1
2. L'activité scientifique de l'Institut	4
2.a) Etude pour les appareils futurs	5
2.b) Techniques complémentaires de celle de neutrons	6
2.c) Activité de support	7
2.d) Physique théorique	8
2.d)I Grenoble	8
2.d)II Garching	17
2.e) Préparation des expériences	20
2.f) Visites et séminaires	24
2.g) Publications	25
2.g)I Grenoble	25
2.g)II Garching	29
3. Etat d'avancement des expériences	32
3.a) Physique nucléaire	32
3.b) Diffusion inélastique	35
3.c) Diffraction et diffusion aux petits angles	47
4. Administration	57
5. Services techniques	60
6. Exploitation du Réacteur	64

1.

INTRODUCTION

L'année 1970 est la dernière avant l'achèvement du réacteur. L'Institut a presque atteint son importance définitive, tant par ses installations que par ses effectifs. La construction du réacteur et des bâtiments de l'Institut a progressé comme prévu. La collaboration avec le groupe projet s'est avérée excellente. Le groupe réacteur est presque au complet ; il profite pleinement des expériences acquises durant la construction du réacteur. Quelques rares collaborateurs du groupe projet travailleront plus tard à l'Institut Laue - Langevin. L'étude des conditions de sécurité est terminée.

L'organisation du Service Technique s'est effectuée en fonction des problèmes posés à l'Institut, celui du développement des grands équipements expérimentaux par exemple, ou de la mise au point d'expériences. En matière de construction et de fabrication, une tradition est née pour la réalisation de nouveaux appareils : celle-ci est souvent confiée à l'extérieur, ce qui permet de concentrer nos efforts sur des problèmes particulièrement difficiles et sur des travaux exigeant une collaboration entre physiciens, bureau d'études et atelier. Pour ce qui est de l'électronique et du traitement de l'information, il existe une étroite collaboration avec le C.E.N.G. (L.E.T.I.), avec les centres de Karlsruhe et de Jülich. En dehors des activités exigeant une collaboration et des échanges avec les physiciens, les membres de ces groupes s'attachent aussi à des problèmes concrets, comme ce sera le cas plus tard lors de la phase de fonctionnement, et dans les mêmes proportions. En ce qui concerne les calculateurs électroniques, il existe une collaboration avec l'université. La solution définitive de ce problème reste à trouver.

L'organisation de l'administration est pratiquement terminée. Contrairement aux projets initiaux, il s'est avéré que l'Institut doit développer une activité assez importante dans les domaines du personnel et de l'approvisionnement. Au demeurant, la collaboration avec le C.E.N.G. et le centre de Karlsruhe a donné d'excellents résultats. Grâce à une modification apportée au statut du personnel l'année dernière,

L'Institut a plus de facilités pour accueillir les ressortissants des deux pays, à une exception près : il reste toujours aussi difficile de faire venir des non-cadres allemands à Grenoble.

La construction des grands équipements expérimentaux touche à sa fin, c'est pourquoi elle fait l'objet dans ce rapport d'une description plus détaillée qu'auparavant. Ces équipements représentent la première génération de nos grands appareils et seront sans doute complétés plus tard par un nombre à peu près égal de nouveaux. Ils devraient permettre de résoudre presque tous les problèmes que l'on peut traiter avec les neutrons. Jusqu'à un stade relativement avancé de leur construction, il a été possible de tenir compte aussi bien des nouvelles techniques que des souhaits émanant peu à peu des physiciens. Des discussions sont en cours pour modifier certains points du programme de la première génération.

Les buts de la phase de fonctionnement déterminent l'organisation de l'activité scientifique de l'Institut. On s'est attaché d'abord à l'organisation des groupes théoriques, à cause de leur importance générale pour tous les programmes ; elle est à peu près terminée et les théoriciens influent sur toutes les études et travaux des physiciens expérimentateurs. La création en Allemagne de grands instituts de physique du solide a entraîné une diminution des effectifs à Munich ; d'autre part des relations fructueuses avec ces instituts se trouvent assurées. Jusqu'à présent les directeurs du groupe de Munich ont été appelés rapidement, les uns après les autres, à des postes d'enseignement supérieur. La venue de P. Fulde amènera, nous l'espérons, une solution plus durable. A Grenoble, le groupe théorique s'est développé de façon très satisfaisante, en collaboration surtout avec Orsay. Nous espérons que la situation actuelle qui repose pour l'instant en partie sur des solutions provisoires pourra se maintenir.

L'ensemble des activités en physique expérimentale doit être en mesure de remplir les tâches suivantes : connaissance et développement plus poussé des méthodes ; développement et exploitation des appareils ; présence d'experts dans différents domaines auxquels s'intéresse l'Institut lui-même ; ils seront aussi des interlocuteurs pour nos amis d'autres instituts ; activités de l'Institut dans les domaines apparentés à la physique neutronique : Laser, études de structures avec les rayons X, diffraction avec rayons γ . On a évité jusqu'à présent

une structure hiérarchique des départements expérimentaux. Nous espérons qu'elle se fera peu à peu, grâce à la forte participation d'autres Instituts. Un certain nombre de problèmes restent posés ; des discussions sont actuellement en cours sur l'importance d'une activité future, propre à l'Institut, pour l'étude de substances biologiques.

Le Conseil Scientifique que a été, cette année, en partie renouvelé. Il a essentiellement consacré son activité au développement de programmes scientifiques. A cet effet, les sous-comités suivants ont été créés :

1. Phonons, changements de phases, ondes de Spin,
Diffusion critique
2. Cristaux imparfaits
3. Structures (atomiques, électroniques, magnétiques)
4. Liquides, substances amorphes, gaz denses
5. Macromolécules, biologie
6. Physique nucléaire.

De nombreuses propositions ont été faites au cours de l'année, provenant en grande partie des membres d'autres Instituts. Des propositions sont discutées actuellement, visant à organiser la participation des membres de l'Institut et d'autres laboratoires, à l'élaboration et à la discussion des programmes ainsi qu'à la réalisation des expériences. Il faut parvenir à laisser une assez large initiative ainsi qu'une participation scientifique décisive aux autres instituts. Les propositions faites jusqu'à présent suffiraient à utiliser pleinement la capacité du réacteur pour assez longtemps. Mais une meilleure connaissance de la technique et l'apparition de nouvelles expériences feront naître beaucoup d'autres propositions et ce qui est connu actuellement sera dépassé. Nous voyons surtout trois domaines dans lesquels une telle évolution pourrait être importante : chimie fondamentale, neutrons comme moyens de recherche chimique et problèmes du désordre dans les corps solides. Nous souhaitons avant tout dans un avenir proche, une plus grande participation des chimistes à nos travaux.

2. L'ACTIVITE SCIENTIFIQUE DE L'INSTITUT

L'activité scientifique de l'Institut se divise en deux grandes parties:

- d'une part, l'étude pour les appareils futurs, les techniques complémentaires de celle des neutrons, les activités de support et la physique théorique;
- d'autre part, la préparation des expériences.

(L'état d'avancement des dispositifs expérimentaux fait l'objet d'un chapitre à part, voir chapitre 3.)

L'activité scientifique qui n'est pas directement la préparation d'expériences sur la pile, peut être rangée dans les catégories suivantes:

- Les études qui serviront à la réalisation des appareils futurs;
- La physique avec des techniques complémentaires de celle des neutrons;
- L'activité scientifique qui sert de support du reste;
- La physique théorique à Grenoble et à Garching.

2. a)

Etude pour les appareils futurs

Il s'agit pour une part d'études de principes d'appareils nouveaux, pour une autre de réalisations de composantes. Il s'agit :

1) d'une étude d'un appareil de type "chopper statistique" pour permettre la séparation de la diffusion élastique et de la diffusion inélastique (PELLIONISZ, J. SCHNEIDER). Un prototype sera essayé à Mélusine pour voir si le principe de l'appareil est bon.

2) de la réalisation d'un monochromateur qui donne des impulsions de courte durée (10 μ s) par application d'un champ magnétique pulsé. Ce monochromateur sera essayé au printemps 1971 à Mélusine (DOUCHIN, C. BERTHET).

3) de miroirs magnétiques réalisés par évaporation pour polariser les neutrons sans les monochromatiser. Les premiers résultats sont encourageants mais on est très loin des taux de polarisation qu'on sait réaliser par des réflexions de Bragg. Un gros effort sera fait pour améliorer cette technique dont on aura absolument besoin (B. HAMELIN).

4) d'études et de réalisation de monochromateurs nouveaux. L'effort dans ce domaine est poursuivi (RUSTICHELLI, P. THOMAS). Des essais de fabrication de monocristaux de Beryllium au C.E.N.G. n'ont pas à ce jour donné de résultats. Les monochromateurs à gradient de maille réalisés par une variation de la composition chimique suivant un axe (par exemple CoO-NiO et Cu-Ge) ont vérifié l'intérêt de la méthode. Cependant la perfection des cristaux est encore insuffisante. La réalisation d'un gradient de maille par un gradient thermique est testée.

Pour tester les divers monocristaux, le diffractomètre à rayons gamma (Jochen SCHNEIDER) est un excellent instrument et il est maintenant utilisé dans ce but de façon routinière. Il est envisagé d'utiliser la méthode pour suivre la croissance d'un monocristal.

2. b)

Techniques complémentaires de celle des neutrons

1) La diffusion Brillouin (SCHERM, DAVID, A. HAMELIN): Au cours de l'année, l'interféromètre Perrot-Fabry a été mis en route et a donné des résultats convenables. Il est cependant apparu nécessaire pour atteindre la haute résolution que nous recherchons de modifier cet interféromètre. La nouvelle version a été mise en place à la fin de l'année 1970. Une électronique originale a été conçue et réalisée à l'I.L.L. pour assurer un bon balayage en fréquence et s'affranchir des dérives du Laser. Des spectres ont été mesurés avec des liquides et des solides. L'appareil sera utilisé à l'investigation de la diffusion Brillouin dans les substances amorphes, dans le méthane, dans la glace, en complément des expériences faites avec les neutrons.

2) Rayons X : On étudie (FREUND) la relation entre les imperfections d'un monocristal et les propriétés de ce cristal en diffraction. Ces expériences sont complétées par des mesures avec les rayonnements gamma de petite longueur d'onde.

Au mois de septembre nous avons reçu le diffractomètre à quatre cercles Siemens qui fonctionne maintenant continuellement. Il est pour le moment utilisé en coopération avec les chercheurs de l'Université de Grenoble.

3) Effet Mössbauer en ligne : Il s'agit d'expériences préparatoires qui sont faites (JEANDEY, MATHIEU) en relation avec M. VARGAS de Grenoble et M. FINK de Karlsruhe. Les expériences préliminaires sur Mélusine ont permis d'observer la raie de 93 keV dans le spectre du ^{178}Hf , et des expériences sont en préparation sur le ^{57}Fe .

2. c)

Activité de support

Un gros effort a été fait pour trouver une solution satisfaisante au problème du calcul scientifique. Quand les expériences seront en fonctionnement, il est évident que les besoins en calcul de l'Institut seront considérables, tant pour la préparation des expériences que pour l'analyse des résultats. Il nous est apparu impossible de chiffrer précisément ces besoins mais on peut raisonnablement estimer que d'ici un an et demi, ces besoins seront de l'ordre de la moitié des moyens existants actuellement dans l'université de Grenoble. Pour l'immédiat, nous avons établi des liaisons avec le Centre de Calcul universitaire. Des terminaux installés dans l'Institut permettront d'accéder directement à la machine. Il apparaît cependant que même si ce centre universitaire est développé, ces liaisons deviendront rapidement insuffisantes, et il faudra envisager la réalisation d'un autre centre de calcul au voisinage de l'Institut, vraisemblablement en coopération avec les Instituts scientifiques voisins. L'Institut étudie la solution la plus économique et la plus efficace (MENDES, SIRET, de POLIGNAC). Ce groupe de mathématiciens travaille à l'élaboration et au perfectionnement des méthodes d'analyse numérique des résultats : déconvolution de la largeur instrumentale, corrections instrumentales etc. C'est un travail qui est fait en coopération avec les divers responsables d'appareils.

Dans un avenir immédiat, une autre activité scientifique de support sera développée : un petit laboratoire de chimie pour la préparation des échantillons.

2. d) I

Activité du Groupe de Physique Théorique à Grenoble

Les activités du groupe de physique théorique sont essentiellement les suivantes :

- Recherches originales donnant lieu ou non à publication.
- Articles de revue, donnant lieu à des séminaires ou à des communications invitées à des conférences.
- Séminaires internes ou à l'extérieur.

Pour éviter des redites, il paraît préférable de regrouper ces activités diverses en suivant autant que possible la classification des sous-commissions du Conseil Scientifique.

1) PROPRIETES DES CRISTAUX PARFAITS ET CHANGEMENTS DE PHASE

Alliages ordonnés

J. LABBE et G. ICHÉ ont commencé à calculer la polarisation de la bande de conduction dans les composés magnétiques ordonnés (alliages Au_4X , où X =élément de transition, ou alliages de Heussler). Comme dans le cas d'alliages dilués désordonnés (Friedel, Anderson) on part d'une interaction entre électrons de conduction de vecteur d'onde $\vec{k}$ et électrons d localisés aux sites $\vec{R}_Q$:

$$H_{sd} = \sum_{k,l} V_k e^{i\vec{k} \cdot \vec{R}_l} c_{k\sigma}^+ c_{l\sigma} + \text{h.c.}$$

Il en résulte une hybridation, proportionnelle à la constante de couplage V , entre les 2 bandes, qui produit une polarisation assez forte de la bande de conduction, en contradiction avec le "théorème de compensation" d'Anderson, valable pour les alliages dilués. Cet effet devrait se traduire par une contribution de la bande s au facteur de forme magnétique, plus étroite (dans l'espace réciproque) que la contribution d directe.

Par ailleurs Mademoiselle M. BONFANTE, sous la direction de J. LABBE, a étudié la position du niveau de Fermi dans les composés intermétalliques du type V_3Si (dits "A 15"). Selon le schéma de Labbé-Friedel, la bande de conduction, large se superpose à une bande d assez étroite où existent des pics de densité d'états (anomalies de VAN HOVE). Les anomalies (changements de phase) observées dans environ 15 % de ces composés s'expliquent complètement si le niveau de Fermi est dans un pic. Cette situation peut sembler une coïncidence surprenante, la largeur de bande étant de quelques eV et celle d'un pic de quelques meV. M. BONFANTE a montré que cette situation est en fait très stable: le paramètre cristallin doit, dans certaines limites, s'ajuster de façon à amener le niveau de Fermi dans un pic. D'autre part, on doit pouvoir modifier par compression la position du niveau de Fermi. M. BONFANTE a entrepris une étude théorique de cet effet.

M. CYROT étudie la transition de Mott. Cette transition métal-isolant est due aux corrélations entre électrons. Bien que le phénomène physique soit bien compris, il n'existe aucune théorie satisfaisante. M. CYROT en propose une qui développe une forte analogie avec les alliages concentrés. Le formalisme utilisé a déjà fait l'objet de publications; dans un article à publier est présentée une vue générale

du diagramme de phase d'un gaz d'électrons dans une bande étroite en fonction des corrélations. Parallèlement à ce travail, F. LIVET fait une revue systématique de tous les travaux expérimentaux sur les oxydes des métaux de transition, qui permet d'étudier les différents types de transition métal-isolant qui se rencontrent dans ces matériaux. Sur les oxydes qui présentent un état isolant de Mott ou une transition de Mott, il applique les vues qualitatives développées précédemment afin de les rendre plus quantitatives.

Magnons

a) Dans les antiferromagnétiques, l'aimantation à 0° K d'un sous-réseau est, à cause du mouvement de point zero, inférieure à la valeur $Ns/2$ donnée par la mécanique classique. J. SOLYOM (en collaboration avec J. BERGOU de Budapest) a montré que cet effet est plus faible en présence d'impuretés non magnétiques ^{/1/}.

b) La diffusion des neutrons et de la lumière par 2 magnons a été étudiée dans les antiferromagnétiques par J. SOLYOM. Il a trouvé ^{/2/}, en accord avec d'autres auteurs, que les interactions entre magnons sont en général importantes et déplacent appréciablement le maximum de section efficace. Cependant ses résultats sont quantitativement différents de ceux d'ELLIOTT, et d'autre part il a précisé l'influence de la température. Par contre, pour les petits vecteurs d'onde et les fréquences de l'ordre de la fréquence d'ondes de spin ω_q , J. VILLAIN a montré que les interactions entre magnons sont sans doute peu importantes et que la fonction de corrélation longitudinale a, dans les ferro- et antiferromagnétiques isotropes ou peu anisotropes, 2 pics aux fréquences $\pm \omega_q$. Il a étudié ^{/3/} le comportement de ces pics et l'amortissement des magnons près du point de Néel.

Changement de phase

Le comportement d'un système physique près d'une transition du second ordre est exprimé par des "lois d'échelle", formulées en général pour des interactions à courte portée. J. VILLAIN a étendu les lois d'échelle au cas d'interactions dipolaires /4/. Dans le cas de ferromagnétiques (ou ferroélectriques) uniaxes, on trouve que les lois d'échelle sont compatibles avec les valeurs des "exposants critiques" fournies par l'approximation du champ moléculaire, contrairement au cas de forces à courte portée. Un effet analogue se rencontre dans la transition piézoélectrique-ferroélectrique /5/.

Citons encore 2 communications invitées :

- de J. LABBE sur "Instabilités de réseau et changements de phase du premier ordre dans quelques composés métalliques de transition" à la "Midwinter Conference" de 1971 en Californie.
- de J. VILLAIN sur la "Relaxation magnétique critique" au Colloque de magnétisme de Grenoble.

2) IMPURETES

J. SOLYOM /6/ a étudié l'influence de l'effet Kondo sur le temps de relaxation spin-réseau, qui peut s'écrire :

$$1/T_1 = C^{te} + A T + f(T)$$

C'est le terme positif $f(T)$ qui a été étudié par J. SOLYOM : $f(T)$ est nul pour $T \gg T_K$ et devient important près de T_K . Son comportement pour $T \ll T_K$ est encore mal compris.

K. MATHO ^{/7/} a considéré l'influence de l'interaction entre impuretés sur l'effet Kondo, en utilisant une approximation de Born du second ordre qui en principe n'est valable que pour $T \gg T_K$ bien que les résultats soient dans certains cas en accord avec l'expérience même un peu en dessous de T_K . Quand la concentration en impuretés devient trop grande, les impuretés magnétiques sont trop couplées entre elles pour être sensibles aux électrons de conduction et l'anomalie Kondo de résistivité disparaît. K. MATHO poursuit ses travaux en collaboration avec K. FISCHER.

K. FISCHER étudie en outre (en collaboration avec K.P. BOHNEN de Jülich) l'effet d'impuretés non magnétiques sur l'effet Kondo. On trouve que la température de Kondo T_K est abaissée.

Par ailleurs K. FISCHER publiera prochainement ^{/8/} un article de revue sur "La théorie des alliages magnétiques dilués" et ultérieurement un article sur "L'effet Kondo dans les modèles de WOLFF et d'ANDERSON par la méthode des équations du mouvement". K. FISCHER a fait en outre 3 séminaires à Munich, Jülich et Orsay sur "L'Effet Kondo dans le modèle de Wolff".

Mentionnons enfin, dans le domaine des magnons localisés, un séminaire donné à l'I.L.L. par J. SOLYOM.

3) STRUCTURES

Communication invitée de J. SOLYOM au Congrès de Magnétisme de Grenoble sur "La détermination des structures magnétiques à l'aide de la théorie de Landau des changements de phase du second ordre".

4) LIQUIDES, GAZ et MATERIAUX AMORPHES

Outre des travaux sur les plasma ^{/9/}, A. KUGLER a travaillé sur les liquides classiques ^{/10/}. Il a proposé récemment une théorie (non publiée) pour la fonction de diffusion incohérente des neutrons, $S_s(k, \omega)$: il écrit l'équation du mouvement pour la fonction d'auto-corrélation et rend cette équation auto-consistante par un découplage. La solution vérifie les règles de somme correspondant aux moments d'ordre 0, 2 et 4 de $S_s(k, \omega)$ mais ne donne pas le comportement hydrodynamique correct à la limite de k et ω petits.

A. KUGLER a fait d'autre part un séminaire à l'I.L.L. sur "L'hydrodynamique généralisée et la fonction de réponse de la densité dans les liquides simples".

R. BENDA a étudié la dynamique des solides amorphes. En principe, il faudrait faire des moyennes sur les différentes structures possibles connaissant les constantes de force dans chaque cas. Dans la pratique, des approximations permettent de réduire le nombre de paramètres comme l'ont montré HUBBARD et BEEBY. Utilisant en outre la fonction de corrélation de paire instantanée $G(r)$ donnée par la diffusion inélastique des neutrons, R. BENDA calcule la densité d'états $g(\omega)$ des excitations élastiques, dont on peut déduire la chaleur spécifique. Il calcule en outre le libre parcours des phonons (limité par le désordre et éventuellement par l'anharmonicité) et en déduit la conductivité thermique. Il calcule enfin les constantes élastiques et la position, en fonction du vecteur d'onde, des maxima de la section efficace des neutrons en fonction de la fréquence.

Mme F. CYROT a continué ses activités de recherche sur les systèmes désordonnés (étude de la bande d'impureté dans un semiconducteur avec J. P. GASPARD, alliages et surfaces avec F. DUCASTELLE). Mme CYROT et

J.P. GASPARD étudient ainsi l'influence de l'ordre local sur la densité d'états électroniques en utilisant un développement en moments et en cumulants. On peut ainsi arriver à un critère permettant d'obtenir les effets des fluctuations en concentration, c.a.d. à un critère de localisation des électrons.

Sur les surfaces, Mme CYROT et F. DUCASTELLE ont en particulier étudié les énergies de liaison d'atomes de transition absorbés sur un métal de transition. Les résultats obtenus sont en accord avec les résultats expérimentaux obtenus sur un substrat de tungstène montrant une variation parabolique de l'énergie de liaison avec le nombre d'électrons s et d de l'adotome avec un maximum pour le tungstène de l'ordre de l'énergie de cohésion du tungstène. Des prédictions sont aussi données pour d'autres substrats, tantale, rhénium, osmium et Iridium. Ces résultats sont rassemblés dans un article à paraître "Binding energies of transition atoms adsorbed on a transition metal".

Enfin P. KLEBAN a commencé des travaux sur la densité d'états d'un réseau aléatoire unidimensionnel, ainsi que sur le facteur de structure dynamique des liquides, notamment près du point de fusion, en s'intéressant surtout à l'effet d'interactions de cœur dur.

5) MACROMOLECULES

K. HOLZL et C. SCHMID étudient l'influence de la conformation d'une macromolécule sur la diffusion inélastique des neutrons, l'absorption infrarouge, la densité d'états des phonons et les quantités qu'on peut en déduire, comme la chaleur spécifique, l'entropie, etc. Jusqu'ici les complications numériques avaient limité l'étude des défauts de conformation à des molécules très courtes (jusqu'à 30 monomères). Cette étude a montré que la méthode utilisée par LIFSHITZ, MARADUDIN, etc. pour

traiter des défauts isotopiques ou des modifications de constantes de force peut être appliquée aux défauts de conformation et permet l'étude de macromolécules infiniment longues. Le calcul, par cette méthode, du système perturbé nécessite le calcul de tous les éléments de matrice de la fonction de Green du système non perturbé pour toutes les valeurs de l'énergie. On a donc calculé cette fonction de Green pour une molécule idéale de polyéthylène dans le modèle de Kirkwood-Pitzer, qui donne correctement les branches de phonons inférieures. La méthode usuelle "d'échantillonnage de racines" est inapplicable au cas de défauts de conformation à cause du nombre élevé des éléments de matrice nécessaires. K. HOLZL et C. SCHMID ont donc développé une méthode mi-analytique, mi-numérique, applicable à tout système harmonique invariant par un groupe de translation unidimensionnel. Il est ainsi possible de traiter un grand nombre de variétés de défauts ou d'amas de défauts.

6) DIVERS

P. KLEBAN rédige actuellement un travail sur des inégalités relatives à l'énergie des "many body systems" (y compris l'effet des photons). Il a donné un séminaire à ce sujet à l'I.L.L. De plus il assure la responsabilité des séminaires théoriques.

PUBLICATIONS DE RECHERCHE (les articles de revue sont partiellement mentionnés dans le texte)

- /1/ J. SOLYOM, J. BERGOU "Reduced zero-point contraction in impure antiferromagnets" Communication au Congrès de Magnétisme de Grenoble (1970)
- /2/ J. SOLYOM "On the two-magnon scattering of light and neutrons" à paraître dans Z. Physik
- /3/ J. VILLAIN "Critical relaxation in isotropic ferro- and anti-ferromagnets below the transition point". Communication à la Conférence Battelle, Gstaad (sept. 1970) A paraître
- /4/ J. VILLAIN "Lois d'échelle dans un ferromagnétique anisotrope" Communication au Congrès de Magnétisme de Grenoble (1970)
- /5/ J. VILLAIN, Solid state comm. 8, 295 (1970)
- /6/ J. SOLYOM, Z. Physik 238, 195 (1970)
- /7/ K. MATHO, M.T. BEAL-MONOD, "Concentration effect in the Kondo resistivity". Communication au Congrès de Magnétisme.
- /8/ K. FISCHER "Theory of dilute magnetic alloys" Phys. Stat. Sol. 46 (1970)
- /9/ A. KUGLER "Bounds for some equilibrium properties of an electron gas" Phys. Rev. A, 1688 (1970)
- /10/ A. KUGLER. "Inequalities for the Fourier transformed static structure factor in classical fluids" Physica 50, 155 (1970)

d) II

Activité du groupe de physique théorique à Garching

1. Les personnes suivantes ont travaillé dans notre groupe pendant l'année 1970:

K. Aoi	depuis le 1/8/70
A. Eggington	depuis le 1/9/70 (avec une bourse de la "Royal Society")
H. U. Everts	du 1/9/69 au 31/8/70
P.H. Handel	15/6/70 au 15/8/70
H. Horner	du 1/9/69 au 31/10/70
J. Keller	du 1/10/69 au 31/8/70
M. Klenin	depuis le 1/10/70
G. Meißner	depuis le 1/9/69
K.H. Michel	Jusqu'au 30/4/70
H.J. Mikeska	Jusqu'au 31/12/70
G. Morandi	du 1/5/70 au 31/8/70
E. Østgaard	depuis le 1/8/70
F. Schwabl	Jusqu'au 30/4/70
P. Szépfalussy	du 1/11/69 au 31/5/70
T. Tsuzuki	depuis le 1/10/70
F. Wegner	Jusqu'au 30/9/70

2. Monsieur I. Peschel qui était boursier-thèse de l'Institut Laue - Langevin, a passé sa thèse "mit Auszeichnung", en décembre 1970. Titre: "Impuretés dans des corps solides: Effets d'un champ cristallin".

3. Les publications parues ou envoyées à l'éditeur par des membres de notre groupe sont jointes en annexe.

4. Les séminaires suivants eurent lieu en 1970 à l'Institut Laue-Langevin de Garching:

- 13/1/70 : Some static and dynamic properties of Nematic Liquid Crystals (Dr.M.Papoular, Orsay)
- 20/1/70 : Die Abschirmung der Wechselwirkung zwischen Quasiteilchen in Halbleitern kleiner Energielücken (Dr. J.K. Kübler, Université de Bonn)
- 27/1/70 : Sum Rules and their Application in the Theory of Superfluid Helium (Dr. P. Szépfalusy, Université de Budapest)
- 24/2/70 : Dynamics of Polymerized Liquids and Amorphous Solids (Prof. S.F. Edwards, Université de Manchester)
- 19/2/70 : Phasenübergang 1. Ordnung und Druckabhängigkeit in BaTiO_3 (Ch. Wissel, Garching)
- 21/4/70 : Einfluß nicht-magnetischer Verunreinigungen auf den Kondo-Effekt (Dr. H.-U. Everts, Garching)
- 5/5/70 : Relaxation and Dissipation im Supraleiter (A. Schmid, Université de Karlsruhe)
- 12/5/70 : Paramagnetische und supraleitende Eigenschaften von Legierungen mit Seltenen Erden als Verunreinigungen (Dr. J. Keller, Garching)
- 26/5/70 : Fluktuationen und Oberflächensupraleitung (Dr. H.J. Mikeska, Garching)
- 2/6/70 : Scaling laws in an anisotropic ferromagnet with dipole interactions. (Dr. J. Villain, Grenoble)
- 9/6/70 : Positron Annihilation as a Mean to study Vacancy Formation (Dr. B. Bergerson, Hamilton)
- 16/6/70 : Supraleitung und Bandferromagnetismus im Zweibandmodell (D. Rainer, Université de Sarrebruck)

- 23/6/70 : The Diamagnetic Susceptibility of the Superconductor
above the Transition Temperature
(Dr. B. Patton, Université de Helsinki)
- 30/6/70 : Phase Transition of a Quantum Hard Sphere System
(Dr. J.P. Hasen, Orsay)
- 7/7/70 : Metallischer Wasserstoff
(Dr. T. Schneider, IBM Research Laboratory Zürich)
- 10/7/70 : Theory of the Photo-Electric Effect
(Prof. N. Ashcroft, Cornell University Ithaca)
- 16/7/70 : Fester Wasserstoff und festes Deuterium
(Prof. H. Meyer, Duke University, N.C.)
- 21/7/70 : Localized Spin Fluctuations in Superconducting Dilute
Alloys
(Dr. G. Morandi, Garching)
- 23/7/70 : Dynamics of Antiferromagnets
(Dr. P.C. Hohenberg, Bell Labs.)
- 28/7/70 : Asymmetrischer Spin-Bahn-Kriechstrom bei der Total-
reflexion polarisierter Neutronen
(Dr. P.H. Handel, University of Missouri, St. Louis)
- 25/8/70 : Scaling and the Renormalization Group in the Kondo Effect
(Prof. M. Fowler, University of Virginia)
- 22/9/70 : Critical Magnetic Scattering of Neutrons from Manganese
Fluoride
(Dr. M.P. Schulhof, Brookhaven National Laboratory)
- 25/9/70 : Extended Remarks on Scaling of Critical Phenomena
(Dr. M.J. Cooper, National Bureau of Standards,
Washington)
- 1/12/70 : Recent Developments on the Theory of Dynamics of
Classical Liquids
(Prof. A. Sjölander, Göteborg)
- 10/12/70: Schallgeschwindigkeit und Suszeptibilität in A15-Phasen
(W. Dieterich, Université de Sarrebruck)
- 15/12/70: The Generalization of Pseudopotential Methods
(Prof. W.A. Harrison, Université de Cambridge)

5. Le groupe des théoriciens de Garching a fait une série de propositions pour de futures expériences au réacteur.

Messieurs Fulde et Meissner sont responsables pour les projets suivants:

Fulde: Mesures de champs cristallins dans des métaux.

Meissner: Théorie microscopique et effets anharmoniques dans la dynamique des réseaux.

2. e)

Préparation des expériences

La Pile devant être en route vers la fin de 71 la préparation des expériences a pris dans l'activité de l'Institut une place essentielle.

Cette préparation se fait à trois niveaux :

- 1) Le Conseil Scientifique a donné la priorité dans ses activités à la préparation du programme scientifique. Des sous-commissions chargées d'étudier ce programme remplacent les anciens sous-comités qui ont définis des équipements expérimentaux.
- 2) Plusieurs laboratoires ont entamé la préparation d'expériences avec neutrons qui rentrent dans le cadre de leur activité scientifique usuelle. Pour cela, ces laboratoires ont envoyé des chercheurs ou bien ont engagé des jeunes boursiers de thèse rétribués par l'Institut pour préparer l'expérience. En règle générale, ces travaux sont soumis au Conseil Scientifique.
- 3) Dans le cadre de l'Institut, des groupes se sont formés qui préparent concrètement les expériences et construisent les équipements spécialisés nécessaires : cryostats, champs magnétiques etc...

Nous allons expliquer un peu plus ces différents aspects de la préparation et les illustrer par des exemples.

- 1) Les sous-comités formés par le Conseil Scientifique sont énumérés dans l'introduction.

Ces six comités se sont réunis deux fois, en Mai/Juin 1970 et en janvier 1971. Le nom de ces comités donne une première idée de ce que sera l'activité scientifique autour de la Pile. Il faut cependant dire que pour certains domaines très nouveaux d'application des neutrons, par exemple l'étude de la catalyse et l'étude des polymères, ces comités essentiellement composés de physiciens n'étaient pas parfaitement adaptés, et l'étude de ces questions sans doute importantes a été remis à des réunions plus spécialisées.

Environ une centaine de propositions d'expériences ont été soumises à ces différents sous-comités qui se sont efforcés de rassembler les différentes propositions portant sur les mêmes branches de recherche et de créer des groupes de travail sur ces sujets. Par exemple, un groupe est chargé de l'étude de la dynamique des corps amorphes; il rassemble des théoriciens et des chercheurs travaillant dans ce domaine dans différents laboratoires, ainsi que des physiciens de l'Institut qui s'occupent d'appareils qui seront mis en jeu pour les expériences sur ce sujet, et d'autres physiciens de l'Institut qui auront les substances amorphes comme objet de recherche. La composition de ces groupes telle qu'elle est décrite dans les compte-rendus de ces différents sous-comités n'est absolument pas limitative; nous attendons essentiellement de ces groupes l'établissement de coopération active entre laboratoires travaillant sur les mêmes sujets, et la diffusion de l'information sur les travaux qui seront ou pourraient être faits à l'Institut.

- 2) Nous avons indiqué plus haut que divers laboratoires ont entamé la préparation d'expériences. Nous citerons :
 - a) L'étude des fonctions de corrélation dans les gaz, par le Prof. LÜSCHER à Munich qui a envoyé un collaborateur (H. EGGER) à Grenoble.
 - b) L'étude de l'ordre local dans les substances ferroélectriques, par Madame LAMBERT d'Orsay. Un chercheur de l'Institut, R. CURRAT travaillera avec elle sur ce problème.
 - c) Une étude sur la dynamique des polymères, par le Professeur PECHOLD de Stuttgart. Un chercheur de l'Institut (T. PETERLIN) travaillera sur ce problème.
 - d) Une étude des ondes de spin dans le chlorure de fer sous pression, dans le laboratoire du Professeur NEEL qui a engagé un boursier de thèse (Ch. VETTIER) pour préparer ce travail.

Cette liste est incomplète et la lecture des compte-rendus mentionnés plus haut permettra d'avoir une information plus complète.

3. Enfin, nous l'avons dit, tout un travail concret de préparation se fait dans le cadre de l'Institut; par exemple, J. KALUS étudie un cryostat pour l'étude des phonons en fonction de la pression. Nous devons reconnaître que l'Institut a pris un retard important dans ce domaine de construction des équipements spécialisés pour les expériences, et qu'un effort spécialement grand doit être fait pour combler ce retard.

Un filtre à protons polarisés destiné à séparer la diffusion cohérente et la diffusion incohérente a été mis en construction à la suite du dernier Conseil Scientifique. La réalisation en a été confiée au service de physique du solide du Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay sous le contrôle d'un chercheur de l'Institut (P. SEYFERT).

Certaines expériences sont plus spécialement préparées dans l'Institut; nous en mentionnerons deux : l'une concerne l'étude des alliages aluminium - magnésium où les neutrons doivent permettre d'étudier les précipités; cette expérience est préparée (K. IBEL, M. ROTH) en coopération avec le Centre de Jülich et le laboratoire de recherche de Pechiney et sera l'une des premières expériences sur l'appareil de diffusion aux petits angles. L'autre concerne l'étude des impuretés magnétiques et des moments géants. Dans ce domaine, deux chercheurs de l'Institut préparent des expériences (P. PATAUD, J. BLETRY). Ils sont en liaison avec divers laboratoires, en particulier Grenoble et Strasbourg.

Ajoutons que trois chercheurs sont en stage à l'étranger :

- R. SCHERM au laboratoire d'Oak Ridge
- H. FUESS à Harwell et Oxford
- E. DUEE à Bristol

Ces deux derniers chercheurs se préparent à travailler sur les structures de protéines.

Les travaux scientifiques en physique nucléaire avaient pour but de préparer les expériences prévues et de développer des méthodes de mesure et de dépouillement. Les travaux ont été concentrés sur les problèmes suivants:

- 1) Etude de la phase de scission ("scission point") dans la fission nucléaire,
 - a) en mesurant la distribution des produits de fission à l'aide du spectromètre de masse "Lohengrin". Responsables: G. Bailleul, E. Moll. En 1971 se joindront à eux M. Asghar, éventuellement H. Albinsson (Studsvik) et K. Sistemich (Jülich). Collaboration avec des scientifiques de l'extérieur: P. Armbruster et J. Eidens (Jülich), H. Ewald (Gießen), A. Moussa (Grenoble);
 - b) en étudiant l'émission α dans la fission nucléaire (l'expérience n'est pas encore autorisée). Responsable: M. Asghar. Collaboration avec des scientifiques de l'extérieur: R. Chastel (Bordeaux), H. Nifenecker (Saclay).
- 2) Etude des noyaux riches en neutrons et éloignés de la stabilité β , en particulier mesures du temps de vie, des énergies de désintégration, des probabilités d'émission de neutrons retardés et étude des schémas de désintégration. Responsables: J.P. Gautheron, E. Moll. En 1971, M. Asghar et éventuellement H. Schrader (CERN) se joindrait à eux. Collaboration avec des scientifiques de l'extérieur: P. Armbruster et J. Eidens (Jülich), J. Crançon, E. Monnard et F. Schussler (Grenoble).
- 3) Etudes de la structure nucléaire à l'aide de réactions (n,γ) , en particulier sur des noyaux de terres rares, des actinides et dans les domaines de transition entre noyaux sphériques et déformés. Responsables: R. Koch, B. Maier. En 1971, W. Mampe (Munich) se joindra éventuellement à eux. Collaboration avec des scientifiques de l'extérieur: T. von Egidy et O. Schult (Munich). Une collaboration est prévue avec P. van Assche (Mol), P. Mariens (Louvain), A. Bäcklin (Studsvik), Mme Gizon et J. Valentin (Grenoble), O.I. Sumbaev (Leningrad) et P.T. Prokofiev (Riga).

2. f) Visites et Séminaires

Depuis le mois de novembre 1970, les séminaires de l'Institut Laue-Langevin ont lieu régulièrement une fois par semaine. Un grand effort est fait pour que ces séminaires ne soient pas spécialisés, et la plupart des conférenciers se sont appliqués à parler un langage compréhensible par tous. Parmi les visiteurs qui ont participé à ces séminaires, nous pouvons citer :

HARKER (U.S.A.)
 CHAPPELIER (Saclay)
 NOZIERES (Paris)
 MARTIENSSEN (Frankfurt)
 BRENIG (Munich)
 DRANSFELD (Munich)
 LOUNASMAA (Helsinki)
 PETER (Genève)
 PECHHOLD (Stuttgart)
 PAPOULAR (Orsay)

A côté de ces séminaires réguliers et publics, le groupe de théoriciens a institué un séminaire de travail en physique théorique.

Par ailleurs, nous avons maintenu les "Hyde Park" séminaires qui permettent des échanges d'idées en l'absence de tout formalisme.

Le Professeur MOSSBAUER a passé un mois entier au cours de l'été à Grenoble; il a donné plusieurs séminaires.

Le Professeur SPRINGER de Jülich est à l'Institut pour un an, de même que trois théoriciens du Service de Physique des Solides d'Orsay (Mme et M. CYROT, M. LABBE) et que M. FISCHER de Jülich.

2. 9) _I PUBLICATIONS - VERÖFFENTLICHUNGEN (GRENOBLE)

1-70

RUSTICHELLI F. : Study of a composite neutron monochromator system consisting of crystals with a gradient of the lattice spacing.
Nuclear Instruments and Methods, 83, (1970), 124-130

2-70

PESCHEL I., FULDE⁺ P. : Crystalline field effects in metals :
Thermoelectric power.

Zeitschrift für Physik, 238, (1970), 99-109

⁺ FULDE P. : Institut für Theoretische Physik, Universität Frankfurt,
6000 Frankfurt/Main

3-70

KUGLER A. A. : Exact bounds for some equilibrium properties of an electron gas.

Physical Review, A 1, (1970), 1688-1696

4-70

MICHEL K. H., SCHWABL F. : Second magnon in antiferromagnets.

Zeitschrift für Physik, 238, (1970), 264-274

5-70

MAIER-LEIBNITZ H., JACROT B. : L'Institut Max von Laue-Paul Langevin :
les possibilités qu'il offre pour la recherche en Physique du Solide.

Bulletin de la Société Française de Physique (1970)

6-70

BURGEAT J., PRIMOT J., RUSTICHELLI F. : Single crystal with a gradient in
the lattice spacing.

Zeitschrift für Physik, 238, 2, (1970), 140-147

7-70

MAIER-LEIBNITZ H. : Two proposals for accurate measurements of inelastic
scattering.

Proceedings Conference DUBNA (1970, October)

.../...

8-70

SOLYOM J. : The effect of s-d exchange interaction on the nuclear spin relaxation in dilute alloys.

Zeitschrift für Physik, 238, (1970), 195-207

9-70

VILLAIN J. : Lois d'échelle dans un ferromagnétique anisotrope.

Communication au Congrès de magnétisme. Grenoble, septembre 1970

10-70

VILLAIN J. : Théorie de la relaxation magnétique critique.

Communication au Congrès de magnétisme. Grenoble, septembre 1970

11-70

VILLAIN J. : Critical relaxation in isotropic ferro- and antiferromagnets below the transition point.

Colloque Battelle sur les phénomènes critiques. Gstaad, septembre 1970

12-70

MATHO K. : Concentration effect in the Kondo resistivity.

Congrès de magnétisme. Grenoble, septembre 1970

13-70

SAAM W. F. : Thermodynamics of binary systems near the liquid-gas critical point.

Physical Review, A 2, (1970), 1461-1466

14-70

FUESS H. : Die Kristallstruktur von Nickelselenat-hexahydrat.

(to be published)

15-70

MAIER-LEIBNITZ H. : A common project in fundamental research :

The French-German High-Flux Reactor at Grenoble.

Nature (to be published)

16-70

SCHWABL F., MICHEL K. H. : Hydrodynamics of Heisenberg Ferromagnets.
Physical Review, B 2, (1970), 189-205

17-70

SOLYOM J. : Determination of magnetic structures using the Landau theory
of second order phase transitions.
Journal de Physique (to be published)

18-70

SOLYOM J. : Reduced zero-point spin contraction in impure antiferromagnets.
Journal de Physique (to be published)

19-70

HOLLER A. : High Precision calculation of three and many body lattice sums.
Zeitschrift für Physik (to be published)

20-70

PETERLIN T. M. : Bunching of neutrons in the meV region in high resolution
neutrons spectroscopy.
Atomkernenergie (to be published)

21-70

PELLIONISZ P. : Statistical Chopper method for separation of elastic and
inelastic scattered neutrons in time-of-flight experiments.
Nuclear Instruments and Methods (to be published)

22-70

FISCHER K. : Theory of diffusion magnetic alloys.
Physica Status Solidi (to be published)

23-70

MARX D. : Zeitfokussierendes spektrometer mit einem gekrümmten Drehkristall.
Atomkernenergie (to be published)

.../...

24-70

SAAM W. F. : Theory of diffusion near a liquid-gas azeotropic critical point.

Physics Letters, A 33, (1970); 99-100

25-70

KUGLER A. A. : Inequalities for the Fourier-transformed static structure factor and direct correlation function in classical fluids.

Physica, 50, (1970), 155-160 .

2. 9) II PUBLICATIONS - VERÖFFENTLICHUNGEN (GARCHING)

- 39 H.U. Everts / J. Keller
Influence of Nonmagnetic Impurities on the Kondo Effect,
Phys. Lett. 31A, 540 (1970)
- 40 H.U. Everts / J. Keller
Influence of Nonmagnetic Impurities on the Kondo Effect I,
Z. Physik 240, 281 (1970)
- 41 H. Horner
Anharmonic Phonons and Lattice Specific Heat in bcc ^3He ,
Phys. Rev. Lett. 25, 147 (1970)
- 42 H. Horner
The Influence of Short-range Correlations on the Phonon
Spectra of fcc Helium and Neon,
zur Veröffentlichung eingereicht bei Solid State Communications
- 43 J. Keller (mit P. Fulde)
Crystal Field Effects on Superconductivity,
Proceedings of the 12th International Conference on Low Temperature Physics, Kyoto
- 44 G. Meißner
On the Microscopic Theory of Electronic Contributions to
Lattice Dynamics of Anharmonic Crystals,
Z. Physik 235, 85 (1970)
- 45 G. Meißner
On the Spin-Phonon Interaction in Anharmonic Crystals,
Z. Physik 237, 272 (1970)

- 46 G. Meißner
Spin-Phonon Interaction in the Lattice Dynamics of Solid Helium,
Proceedings of the 12th International Conference on Low Temperature Physics, Kyoto
- 47 G. Meißner
Crystallization and Instabilities in Highly Anharmonic Crystals,
Phys. Rev. B1, 1822 (1970)
- 48 H.J. Mikeska
Effects of Positron Phonon Interaction in Metals,
Z. Physik 232, 159 (1970)
- 49 Phase Transition without Long-Range Order in Two Dimensions
H.J. Mikeska (mit H. Schmidt)
Journal of Low Temperature Physics, Vol. 2, 371 (1970)
- 50 H.J. Mikeska (mit H. Schmidt)
The Onset of Surface Superconductivity,
Journal of Low Temperature Physics, Vol. 3, 123 (1970)
- 51 H.J. Mikeska
Surface Effects in the Onset of Superconductivity,
Proceedings of the 12th International Conference on Low Temperature Physics, Kyoto
- 52 E. Østgaard
Liquid ^4He . I. Binding Energy and Excitation Energy Spectrum from Two-Body Correlations;
zur Veröffentlichung eingereicht bei Phys. Rev.
- 53 E. Østgaard
Liquid ^4He . Three-Body Correlations and their Contribution to the Binding Energy and the Depletion,
zur Veröffentlichung eingereicht bei Phys. Rev.

- 54 E. Østgaard
Neutron Star Matter. Superfluidity and Superconductivity,
zur Veröffentlichung eingereicht bei Z. Physik
- 55 P. Szépfalusy
Longitudinal Fluctuations of the Order Parameter in He II
near T_λ ,
Phys. Lett. A 32, 127 (1970)
- 56 P. Szépfalusy (mit H. Schmidt)
Note on Dynamical Scaling,
Phys. Lett. 32A, 326 (1970)
- 57 F. Wegner
Slater Integrals for the Wavefunctions of the Harmonic
Oscillator,
Nucl. Phys. A 141, 609 (1970)
- 58 F. Wegner (mit E. Riedel)
Dynamic Scaling Theory for Anisotropic Magnetic Systems,
Phys. Rev. Lett. 24, 730 (1970); 24, 930E (1970)
- 59 F. Wegner (mit E. Riedel)
Crossover Effects in Dynamical Critical Phenomena in MnF_2
and FeF_2 ,
Phys. Lett. 32A, 273 (1970)
- 60 F. Wegner (mit E. Riedel)
Critical Spin Dynamics, Symmetry and Conservation Laws,
Proc. of the Fordham Conference in Dynamical Aspects of
Critical Phenomena, June 1970
- 61 F. Wegner (mit E. Riedel)
Critical Phenomena in Anisotropic Magnetic Systems,
Journ. de Physique (Proc. of the 1970 International Conference
on Magnetism, Grenoble)

3. ETAT D'AVANCEMENT DES EXPERIENCES

3. a) Physique Nucléaire

1) Spectromètre pour des produits de fission non-ralentis "Lohengrin"

(E.MOLL)

Le travail du groupe de projets consistait en grande partie à superviser et à coordonner l'étude de détail et la fabrication des différentes parties du spectromètre de masse. Celles-ci sont actuellement en fabrication, certaines sont en cours de livraison.

Les essais sur maquette ont été continués. Les tensions atteintes ont été limitées non par le positionnement des électrodes, mais par la capacité des générateurs (800 kV). Actuellement on étudie l'influence de l'isolement des câbles à haute tension. (Ceux-ci augmentent l'énergie libérée par amorçage).

Parallèlement à ces travaux, la préparation des expériences a commencé, notamment :

- l'étude des systèmes automatiques pour le transport des produits de fission séparés vers les détecteurs;
- l'étude de la disposition des détecteurs pour les expériences actuellement envisagées;
- la planification de la commande de ces expériences et l'enregistrement des informations par un calculateur "on-line".

La préparation des expériences nécessite dès maintenant une coopération étroite avec les utilisateurs de ces dispositifs.

2. Spectromètre pour l'étude des électrons de conversion après la capture des neutrons (B. MAIER)

La fabrication de la partie du canal confiée aux ateliers de mécaniques du CENG est entièrement lancée. Il est prévu qu'elle soit montée avant le démarrage du réacteur. La construction des deux aimants de déviation a été confiée à Oerlikon (en juin 1970); les chambres à vide sont commandées à Leybold-Haereus (octobre 1970). Les appareils destinés à l'alimentation des aimants et des conducteurs de compensation du champ magnétique terrestre, commandés à la firme Heinziger, seront à notre disposition en mars 1971. La méthode des bobines tournantes a été retenue pour la régulation du champ magnétique, et leur construction est commencée dans les ateliers de l'I.L.L. Un montage d'essai du système optique d'observation a été réalisé et a permis une résolution meilleure que 1 mm.

Le montage de ce système optique dans le beamcatcher, ainsi que la fixation de la lunette au canal sont en cours d'étude. L'installation du vide a été entièrement fournie par la firme Alcatel, et le montage d'essais, des tests du vide et le câblage ainsi que le raccordement des tuyauteries de vide peuvent être commencés. Les essais du système de compensation du champ magnétique par conducteurs de Helmholtz ont permis un affaiblissement d'un facteur 10, ce qui devrait être suffisant pour permettre l'observation des électrons de 20 keV dans le spectromètre. Les goujons de fixation des conducteurs de compensation au fond de la piscine sont en place, et les conducteurs en aluminium sont prêts à être montés. Deux compteurs proportionnels multiples pour le système des détecteurs sont fabriqués à l'Institut de Physique Technique de la TU München et vont être fournis au cours du mois d'avril.

3) Diffractomètre γ (R. KOCH)

Suivant les principes de construction déterminés à l'Institut en 1969, la firme Neyrpic de Grenoble a terminé les études de détail et la fabrication du tube porte-source en zircaloy. Pour protéger les sources de rayonnement à étudier contre le rayonnement- β du canal en aluminium, le nez du tube de zircaloy est revêtu de graphite. La fabrication des équipements pour le canal d'irradiation a été commandée en décembre 1970.

L'étude de détail de la mécanique du spectromètre à cristal courbé, de rayon 5.8 m, et de l'interféromètre prévu pour la mesure des angles a été terminée fin 1970. On prévoit la compensation de l'oscillation du point zéro du système par une stabilisation sur une raie- γ à l'aide d'un deuxième cristal. Le cristal principal, le collimateur "Soller" et la protection de l'ancien spectromètre à cristal de Risö (Danemark) sont directement réutilisés.

Les dispositifs pour le déplacement des collimateurs "Soller" et des détecteurs pour les deux appareils de 24 m ont été terminés à la fin de l'année. La protection pour les détecteurs et les collimateurs a été étudiée et commandée à l'extérieur. Les deux cristaux (plaques de quartz) des deux spectromètres ont été fournis en automne 1970, avec une régularité exceptionnelle. Les blocs support des cristaux, dont la surface cylindrique doit servir à les courber, ont été d'abord usinés avec une précision de 0.001 mm. La finition va être faite en février 1971.

L'équipement électronique des spectromètres γ pour la commande des expériences et pour l'enregistrement des données a été largement étudié. Il est prévu une commande centrale pour les 3 spectromètres et un stockage des informations sur une bande magnétique, qui est exploitée à la fin d'une mesure par un puissant calculateur.

3. b)

Diffusion inélastique

Sept appareils pour la diffusion inélastique neutronique sont en construction.

Nous donnons ci-dessous un aperçu de l'état d'avancement des différents spectromètres.

Etat d'avancement du spectromètre à 3 axes à la source chaude, IN 1
(Tocchetti)

La partie monochromatique est en construction chez la firme Ateliers et Chantiers de Bretagne (Nantes).

Cette partie comprend :

- une table de 2,25 x 1,51 m pour la translation du cristal.
Précision de positionnement : 0,1 mm. La même firme fabrique aussi 4 supports de cristal avec un axe de rotation vertical et deux horizontaux (angles d'Euler). Précision de 0,01°.
- le reste de l'appareil a fait l'objet d'un appel d'offre le 27.10.70.

Cette partie comprend: 1) un tambour beam-catcher. L'axe de rotation de l'ensemble est identique à l'axe de l'échantillon. Cette rotation définit un angle de réflexion du monochromateur compris entre 23° et 50°, avec une précision de 0,01°.

2) deux blocs cylindriques analyseur-compteur tournent sur le même rail que le beam-catcher. Le rail couvre un angle de 200°. Les moteurs sont de type pas-à-pas sauf pour l'entraînement du beam-catcher. Des codeurs contrôlent tous les déplacements, sauf les angles d'Euler.

Le service d'électronique de l'Institut met au point des compteurs à He³, prévus pour cette expérience.

Le département de métallurgie du C.E.N.G. est chargé des cristaux de Beryllium (monochromateur, analyseur). Jusqu'à présent, ces efforts ont donné de faibles résultats. D'autres recherches seront faites.

Des programmes pour l'optimisation des expériences ont été étudiés.

Etat d'avancement du spectromètre à 3 axes IN 2 (DÜsing)

1. Mécanique

1.1. Monochromateur

Suite à un appel d'offre aux industries allemande et française, la construction du monochromateur a été confiée le 25.2.70 à a.c.b., Nantes. Le monochromateur doit être monté dans le réacteur en mai 1971; le test in situ doit être terminé début juillet 1971.

4 Jeux de cristaux monochromateurs (cristaux mosaïques Cu et Zn) ont été achetés.

1.2. Echantillon analyseur

En 1970, conception définitive du système : Table d'échantillon sur rails, table-analyseur et table-détecteur avec coussins d'air sur "Tanzboden", bras rigides entre les tables, entraînement à la périphérie, mesure d'angle à l'axe de rotation.

Mars 1970 : Appel d'offre pour l'ensemble du système mécanique, en même temps que pour IN 3. En raison des offres insuffisantes, la Direction a décidé de faire la construction complète à l'I.L.L. et de confier à plusieurs firmes la fabrication du système.

Ont suivi des projets, des essais avec prototypes et des discussions avec des firmes sur la fabrication des pièces.

Prévisions : Avant juillet 1971, toutes les pièces du système seront prêtes (pour un seul système analyseur). Assemblage et contrôle du système avant fin septembre 1971.

1.3. Collimateurs, sélecteur de vitesse

Les premiers discussions et projets concernant les collimateurs et le sélecteur de vitesse, ont eu lieu en 1970. Il semble possible de se servir dans une large mesure de constructions déjà existantes.

2. Electronique

2.1. Hardware

1970 : Définition de l'ensemble de l'électronique pour le contrôle; acquisition et sortie de données.

2^e semestre 1970 : Début des travaux au LETI pour l'électronique propre à cet appareil. Offre du LETI pour la réalisation de l'électronique promise fin novembre 1970.

Prévisions : Accord oral du LETI pour la réception de l'électronique testée in situ avant le 15.11.1971. Réalisation d'un système analyseur à cette date, prévision de passer à 4 systèmes.

2.2. Software

1970 : Définition des programmes pour la préparation et l'exécution des mesures, ainsi que pour l'acquisition et le traitement des données.

Pour cette partie du projet, aucune prévision n'a pu être donnée.

Prises de contact avec des expérimentateurs à Risø, Brookhaven et Jülich, en vue d'adopter des programmes déjà existants.

Etat d'avancement du spectromètre "Tanzboden" IN 3 (Schedler)

1. Les tables du spectromètre

En mars 1970, on a lancé un appel d'offre à des firmes françaises et allemandes pour la réalisation des tables de spectromètre. Les offres n'étant pas satisfaisantes, il a été décidé de construire les tables à l'I.L.L. et de les faire réaliser par différentes firmes.

Le comportement mécanique des tables glissant sur coussins d'air a été étudié sur un prototype, et un profil approprié a été trouvé pour les pieds de table, après plusieurs essais. Des dalles posées de façon habituelle mais très soigneusement, peuvent constituer le sol du spectromètre.

Pour la construction du spectromètre, la partie inférieure d'une table jusqu'au système de positionnement optique, peut être réalisée avec une précision moyenne, mais la partie supérieure doit permettre de régler les angles de cristaux à $1/100^\circ$ près.

2. Le positionnement

Il a été décidé de régler les angles du cristal à l'aide d'une lunette auto-collimatrice et de commander le positionnement des tables par un asservissement. L'électronique doit être réalisée à l'I.L.L. A l'aide de simples appareils optiques et d'un échantillon de l'électronique de l'asservissement, on a étudié cette méthode de positionnement en liaison avec le prototype "Tanzboden".

3. Le sélecteur de vitesse

Un sélecteur de vitesse a été conçu pour les longueurs d'onde $\lambda \geq 1.5 \text{ \AA}$ et $\lambda_0 \geq 3 \text{ \AA}$ et a été en partie déjà commandé.

4. Electronique

Hardware :

Le LETI a fait une proposition pour l'ensemble du système de contrôle. Il a été ensuite décidé de faire réaliser l'électronique de contrôle, liée au calculateur de processus par le LETI et l'électronique de l'asservissement par l'I.L.L. La proposition du LETI à ce sujet a été en principe acceptée mais des détails restent encore à définir.

Software :

Des programmes pour la préparation et la réalisation optimale d'expériences ont été discutés mais pas encore vraiment élaborés.

Etat d'avancement du spectromètre à cristal tournant IN 4
(Karlsruhe)

- 1) Un projet pour la cage de protection a été mis à l'étude et des appels d'offre ont été lancés.
- 2) Le projet d'un spectromètre secondaire a été achevé. Sa construction se poursuit. Pour éviter la diffusion des neutrons dans l'air, nous avons prévu des caissons ségmentaires remplis d'hélium. La plage angulaire du spectromètre s'étend actuellement de -3° à $+158^\circ$. La moitié de cette plage peut être recouverte de 17 bancs constitués de 12 compteurs, avec une résolution angulaire excellente. Des appels d'offre ont été lancés pour la fabrication du spectromètre secondaire.
- 3) Les tests sur les compteurs sont presque terminés. Les détecteurs de la firme Reuter Stokes se sont révélés particulièrement appropriés, en raison des propriétés suivantes (expériences avec faibles intensités neutroniques) :
 - Faible bruit de fond, qui reste constant au cours de longues périodes de mesure.
 - Faible voltage de service.
 - Les caractéristiques des compteurs varient peu de l'un à l'autre.
- 4) Les possibilités du spectromètre ont été largement augmentées par le dispositif du double monochromateur. Pour étudier les problèmes dus à cela, on a commencé les premiers essais d'un double-monochromateur à cristal tournant.

Etat d'avancement du "Multichopper" IN5 (Douchin)

Fixation des paramètres du spectromètre. Réalisation par la S^{té} Bertin du prototype des choppers; mais la machine n'est pas encore assemblée. Un retard de 2 mois est dû à l'augmentation d'épaisseur des disques, qui a été contrôlée à Jülich.

Réalisation par Euratom du prototype du système de commande des choppers (contrôle de phases). Le prototype n'a pas encore été livré à la S^{té} Bertin.

Etude à l'I.L.L. sur l'implantation entre les choppers de guides de neutrons, avantageux pour les neutrons froids. La fabrication a été repoussée pour permettre la synchronisation avec les autres projets sur guides. Essais sur compteurs à He³ à la pile Mélusine et réalisation du prototype amplificateur-discriminateur.

Etude de plusieurs projets d'expérience :

- 1) Focalisation en temps de vol pour mesurer la vitesse du son de phonons à faible énergie. Le projet est remis, faute de filtrage efficace de la composante élastique.
- 2) Mesure du spectre de phonons à l'aide de la diffusion incohérente de neutrons polarisés. L'analyseur serait une cible de protons polarisés.

Prévisions pour 1971 :

- 1) Livraison et mise au point des 4 choppers et du système de contrôle de phase.

- 2) Test du cryostat d'échantillon et réalisation de la première expérience.
- 3) Etude et réalisation du système de protection et de déplacement des compteurs avec base de temps de vol variable de 2 à 8 m et possibilité du back-scattering.
- 4) Etude et réalisation de l'électronique de liaison (hardware) au calculateur TR 86 et du software correspondant.
- 5) Fabrication et mise en place des guides.

Etat d'avancement du spectromètre à 3 axes IN6 (Marx)

- 1) Comparaison d'intensité entre différents spectromètres (3 spectromètres différents à cristal tournant, 2 spectromètres à 3 axes). Le choix s'est porté sur un spectromètre à 3 axes, avec des cristaux parfaits courbés thermiquement.
- 2) Focalisation : Etude théorique des possibilités d'une focalisation dans l'espace réciproque avec des rayons de courbure et une géométrie variables ("Tanzboden") particulièrement dans le cas de courbes de dispersion horizontales ($\text{grad}_k \omega(\vec{x}) = 0$, branches optiques).
- 3) Réalisation : décidée par le Conseil Scientifique le 9/10/1970.
- 4) Essais préliminaux de courbure thermique des cristaux et études de ces derniers avec rayons γ (Ca F_2 , Cu CO_3).

Prévisions pour 1971 :

- 1) Définition de la géométrie de l'appareil en même temps que celle des deux autres spectromètres sur le faisceau H3.
- 2) Description de l'appareil et de ses possibilités, également avec des cristaux plans.
- 3) Elaboration d'un programme de mesures à effectuer.
- 4) Formation d'une commission pour discuter des propositions.
- 5) Construction complète comprenant protection, appels d'offre et fabrication.

Etat d'avancement du spectromètre à 3 axes pour neutrons
polarisés D 5 (Tasset)

1) Mécanique : gros oeuvre

Suite à une analyse d'appel d'offres (Juin 1970), il est apparu que la mise en porte-à-faux de l'appareil sur la protection tournante était trop onéreuse.

Les frais se sont trouvés réduits avec un 2^e projet, où le porte-a-faux était supprimé et la protection composée de différents matériaux.

2) Mécanique : Dispositifs complémentaires

La tête goniométrique, les aimants permanents, les électro-aimants et les guides magnétiques ont été définis. Le canal magnétique à haute homogénéité qui doit recevoir la bobine de flipping, a fait en particulier l'objet de discussions entre la SERMAG et nous-mêmes.

3) Electronique

Nous avons procédé à une définition détaillée des différents éléments électroniques standard nécessaires avec LETI. Pour le générateur de flipping, on a procédé, à notre demande, à de légères modifications.

4) Programmation

Sur la base des éléments de programmation fournis par le LETI, nous avons pu définir une partie du travail nécessaire.

5) Cryogénie

Nous avons besoin d'un cryostat classique à He^4 . Une étude a été faite en vue d'un cryostat à température variable de 4°K à la température ambiante.

6) Essais expérimentaux

Un montage expérimental sur le diffractomètre DN2 nous a permis de vérifier que la rotation adiabatique du plan de polarisation des neutrons, se fait sans problèmes et sans aucune dépolarisation.

3. c) DIFFRACTION ET DIFFUSION AUX PETITS ANGLES

D1B - Spectromètre à poudre avec multi-détecteur (CENG)

La construction de ce spectromètre ne sera probablement pas terminée avant Septembre 1972.

La partie mécanique du multi-détecteur est partiellement arrêtée. En ce qui concerne la construction définitive, on attend les résultats des expériences de diffusion de neutrons qui sont en cours. La protection n'est pas encore mise au point; elle sera élaborée en détail après l'obtention de résultats d'expériences en cours.

L'électronique est en principe définie. Des changements moins importants pourront être effectués à la suite de ces expériences.

La question de la programmation qui est un vaste problème, n'a pas encore pu être entièrement résolue, notamment en ce qui concerne la production des basses températures.

Des détails concernant les cryostats et les électro-aimants ne pourront être définis que lorsque les expériences relatives à la diffusion des neutrons seront terminées avec de nouveaux types de cryostats.

D2 - Spectromètre à deux axes pour l'étude des problèmes magnétiques (CENG)

Les parties mécaniques du spectromètre dont l'achèvement est prévu pour septembre 1971, sont actuellement en fabrication.

L'étude de la construction définitive du support mobile du spectromètre a été terminée le 15 Février 1971.

La construction de l'ensemble "monochromateur" est terminée.

La partie "hardware" de l'électronique a pu être entièrement définie; la programmation est en cours d'étude. Il ne se pose pas de problème majeur.

Cependant l'alimentation de l'échantillon aux basses températures et la réalisation du champ magnétique par des bobines supraconductrices restent à résoudre. La situation actuelle relative au personnel rend l'étude de ces problèmes impossible pour l'instant et il est souhaitable qu'une solution y soit apportée le plus tôt possible.

D6 - Spectromètre "Igel" (Hârisson) (B.KLAR)

La mécanique de cet appareil a été terminée le 25 Janvier 1971, avec un retard de sept mois. Le berceau Euler qui en fait partie est en cours de fabrication et sera livré fin Février.

L'électronique de commande et les détecteurs BF_3 sont prêts depuis Septembre 1970. La programmation de la commande nécessaire a été achevée pour la plus grande part.

Pour les premières mesures avec ce spectromètre, trois structures de cristaux ont été proposées. Des travaux préparatoires, par exemple la production de mono-cristaux plus grands, sont menés en parallèle sur les trois substances. A une date ultérieure, l'un de ces mono-cristaux sera définitivement choisi pour l'expérience.

D7 - Spectromètre à diffusion de neutrons

Depuis Novembre 1970, W. Just est chargé de la direction de ce projet.

Les principes pour la construction de l'appareil ont été définis. L'étude des détails est en cours. Elle concerne en particulier la possibilité d'utiliser des neutrons polarisés.

Voici les caractéristiques essentielles de cet appareil :

Son utilisation est prévue pour des longueurs d'ondes de $3 \text{ \AA}$ à $6 \text{ \AA}$. La résolution sur k et la résolution "time-of-flight" sont petites. L'enregistrement des neutrons diffusés est assuré par un dispositif de multi-détecteur. L'appareil doit fournir des taux d'impulsions élevé avec un rapport "signal sur bruit" extrêmement petit.

On s'accorde pour penser que ce spectromètre permettra l'étude de nombreux problèmes relatifs aux défauts magnétiques ou non-magnétiques.

D8 - Diffractomètre à quatre cercles

La partie principale de ce spectromètre concerne un appareil "Hilger et Watts" avec berceau d'Euler "à cercle entier". Actuellement cet appareil travaille régulièrement dans le réacteur Siloé(Grenoble).

Mis à part quelques détails, l'étude des constructions mécaniques nécessaires pour le montage adapté au RHF (support, protection etc.) est terminée. La réalisation est prévue pour le mois de Septembre 1971.

L'électronique "interface" CAMAC-Ferranti sera mise au point définitivement en Février 1971. Les programmes pour la commande automatique du spectromètre sont disponibles.

D9 - Spectromètre à quatre cercles, adapté à la source
chaude (A.TIPPE)

La construction du spectromètre D9 a été décidée lors de la réunion du Conseil Scientifique du 9 Octobre 1970.

Cet appareil est en premier lieu destiné pour l'étude de la diffusion anormale des neutrons thermiques sur Sm^{149} et Cd^{113} et pour la détermination des phases des facteurs de structures. Comme les énergies de résonance de ces isotopes sont voisines de 98 meV ou de 178 meV, on utilisera un canal (H3) situé sur la source chaude du RHF. Les spécifications mécaniques et physiques de cet appareil ont été déterminées en grande partie avant la fin de l'année. La longueur d'onde des neutrons du faisceau incident sera réglable de façon continue entre 0.6 Å et 1.1 Å. Pour des raisons d'encombrement, cet appareil fonctionnera dans un plan vertical. Le monochromateur sera protégé par un bassin d'eau, ce qui permet une construction simple pour la variation d'énergie primaire des neutrons.

L'échantillon est placé dans un berceau d'Euler "à cercle entier", réalisé par la firme M.A.N. Un détecteur BF_3 est prévu pour l'enregistrement des neutrons diffusés.

Les études relatives au pilotage électronique ainsi qu'aux programmes de commande ont été commencées.

D10 - Spectromètre à trois axes pour la diffusion élastique
(A.TIPPE)

L'étude en détail du spectromètre est actuellement terminée. Après que le fonctionnement mécanique des tables du "Tanzboden" ait été testé avec succès sur deux prototypes, les constituants du spectromètre ont été commandés.

L'étude de la table "échantillon" a été généralisée de façon à rendre l'appareil utilisable (sans analyseur) comme diffractomètre conventionnel à quatre cercles.

Le berceau d'Euler "à cercle entier" pour les échantillons sera réalisé par la firme M.A.N. en Février 1971. Un cryostat à évaporation pour le berceau d'Euler, qui a été conçu en collaboration avec le laboratoire des basses températures du CENG, est actuellement en fabrication. Les premiers essais sont prévus pour la fin Février 1971. Des études sur différents cristaux pour le monochromateur et l'analyseur ont été faites au moyen du spectromètre gamma pour déterminer la mosaïque et la déformation thermique.

Les cristaux naturels CaCO_3 répondent aux exigences de largeur de mosaïque qui sont imposées pour une haute résolution en énergie du spectromètre ($\Delta\kappa/\kappa \approx 10^{-3}$).

Des expériences pour l'étude de la déformation thermique avec des mono-cristaux (CaF_2) n'ont pas encore apporté des résultats quantitativement satisfaisants. De nombreuses études sont faites sur ce problème avec des méthodes différentes.

Pour les premières expériences avec ce spectromètre (planning provisoire: Avril 1972) il est prévu d'étudier la diffusion thermique de Hexaméthylentétramin.

Ces expériences sont en même temps considérées comme épreuves pour ce spectromètre; en effet, les résultats doivent être comparables à ceux qui ont déjà été publiés par Duckworth, Willis et Pawley, Acta Cryst. 1970.

D11 - Diffraction aux petits angles (K. IBEL)

Auprès du centre nucléaire de Jülich, une partie du parcours de sélection (guide de neutrons en verre) a été montée pour tester la construction. Cette installation a permis d'effectuer les premiers essais en début de 1971. Ces essais se sont terminés avec succès au début de l'année 1971. L'étude du sélecteur de vitesse a été terminée. Cette partie du spectromètre est en fabrication et devra être mise à la disposition de l'ILL en octobre 1971. L'étude de la disposition du cristal-monochromateur et de l'obturateur du faisceau a été terminée de manière à ce que l'étude de détail puisse être entreprise début 1971.

Le système de pompage pour la réalisation du vide a été mis au point en collaboration avec la firme ALCATEL.

L'ensemble multi-détecteur avec son électronique est presque terminé. On a alors pris en considération une proposition d'accroissement des possibilités avec réduction du nombre des canaux.

L'étude préliminaire des programmes adaptés au calculateur pour l'exploitation des résultats a été commencée.

En collaboration avec T. Springer et M. Roth, des propositions pour les premières expériences ont été faites. D'une part, il s'agit d'une étude relative aux défauts de structure et à la séparation du Mg dans un échantillon d'aluminium; d'autre part, d'une série de mesures sur l'opalescence critique dans NH_4Cl .

D12 - La "méthode Laue modifiée" avec enregistrement photographique des neutrons diffusés (P.THOMAS)

Pour l'étude des cristaux monochromateurs ainsi que de différents autres cristaux utilisables, un équipement de mesure a été réalisé auprès du réacteur Mélusine. Pour cela, on a mis en place un canal et monté un spectromètre à deux axes, pour lequel les distances entre monochromateur et échantillon étaient variables.

Des plaques de cuivre courbées plastiquement à la température ambiante et des systèmes lamellés de cristaux d'aluminium ont été examinés en vue de leur utilisation comme monochromateur. Avec les plaques de Cu les résultats ont été satisfaisants ($\Delta\lambda/\lambda \approx 0.1$; foyer: 4 x 4 mm). Pour la gamme des longueurs d'ondes considérés, l'intensité varie à peu près de 30 %; par contre les ensembles avec l'aluminium n'ont pas encore donné des résultats satisfaisants. Les segments montraient en effet des courbures dans le plan du réseau. Les expériences seront étendues aux cristaux de Bismuth. Par ailleurs, la courbure plastique sera examinée aux températures proches de la température de fusion.

Avec un cristal de cuivre courbé comme monochromateur et un cristal KCl comme échantillon, on a effectué des enregistrements photographiques selon la "méthode Laue", à l'aide des convertisseurs $\text{Li}^6\text{F-ZnS/Ag}$ commercialisés. La construction de nouveaux convertisseurs est en cours d'étude. Des programmes adaptés au calculateur pour l'exploitation des résultats obtenus selon cette méthode ont été étudiés et testés.

"Time-of-flight"-Spectromètre pour diffusion élastique
de neutrons (JULIUS SCHNEIDER)

L'étude de détail du spectromètre "time-of-flight" a été terminée et ses caractéristiques fixées. La fabrication a été commandée à l'extérieur.

Le chopper 1 est entraîné par un moteur synchrone tournant à 6000 t/min. Le disque ($\varnothing$ 50 cm) est couvert d'une couche de B_4C afin de réduire le rayonnement gamma de capture.

Le chopper 2 est entraîné par un moteur synchrone tournant à 3000 t/min. Le disque ($\varnothing$ 96 cm) comporte des unités de protection de Gd_2O_3 réparties de façon pseudostatistique.

Pour les expériences préliminaires il est prévu un ensemble de détecteurs avec deux ou trois tubes compteurs He^3 posés verticalement. Les distances de vol sont: $\ell_1 = 3m$ entre chopper 1 et chopper 2 qui est près de l'échantillon, et $\ell_2 = 1,5 m$ entre échantillon et détecteur.

La résolution dans l'espace réciproque est de $0.05 \text{ \AA}^{-1}$ à $2 \text{ \AA}^{-1}$ pour des transferts d'impulsions de $0.5 \text{ \AA}^{-1}$ jusqu'à $11 \text{ \AA}^{-1}$, correspondant à une résolution en énergie de 10-20 %.

L'électronique pour la commande des canaux d'analyse a été réalisée et éprouvée à l'aide d'un simple dispositif pour la simulation de la diffusion élastique de neutrons.

4.

ADMINISTRATION

Au cours de l'année 1970, le personnel de l'I.L.L. a plus que doublé; le nombre des agents est passé de 106 (dont 13 à Garching) à 216 (dont 9 à Garching).

Sur ces 216 agents, 27 travaillent au Groupe Physique Théorique, 106 sont occupés en tant que responsables à des projets particuliers ou dans le cadre des services scientifiques (construction, électronique, traitement de l'information), à la construction de dispositifs expérimentaux et à la préparation d'expériences; le Groupe Réacteur a 34 collaborateurs; les 49 autres agents travaillent dans les Services Techniques, les Services Généraux ou bien les Services Administratifs.

La répartition par nationalité est la suivante:

	Français	Allemands	Divers	Total
Cadres	36	35	10	81
Boursiers-Thèse	15	6	3	24
Chercheurs-Invités	3	2	6	11
Divers	87	11	2	100
	<u>141</u>	<u>54</u>	<u>21</u>	<u>216</u>

Il ressort de ces chiffres que l'I.L.L. continue à avoir des difficultés pour le recrutement du personnel allemand de niveau non universitaire. La raison en est qu'en général ouvriers, employés de laboratoires, programmeurs, techniciens et ingénieurs non diplômés ont peu de connaissances d'une langue étrangère et rencontrent de ce fait de plus grandes difficultés d'adaptation. Le principal obstacle est cependant que cette catégorie de personnel, selon la grille I.L.L., ne peut percevoir des rémunérations aussi élevées qu'en République Fédérale allemande. Les règlements concernant les indemnités adoptés par le Comité de Direction lors de sa 8ème réunion du 14 avril 1970 sont donc insuffisants et nécessitent une amélioration.

Malgré les complications entraînées par l'introduction de ces règlements pour la mise en paiement des rémunérations, le passage du calcul et du versement des salaires au système mécanographique Gamma 30 a pu être achevé.

Une charge importante résulte pour l'I.L.L. du fait que ce dernier agit en tant qu'agent de liaison de la sécurité sociale française et d'autre part que le remboursement complémentaire aux frais de maladie accordé dans le cadre de la mutuelle est calculé par ses propres services sur la base des règles du C.E.A. et effectué sur ses propres moyens financiers. L'I.L.L., en raison, en particulier, de la présence d'agents étrangers, ne pourra renoncer tout à fait à aider ses agents à faire valoir leurs droits auprès des organes de la Sécurité Sociale. Nous nous efforçons cependant actuellement de rationaliser le travail lié à cette mission et de rattacher l'I.L.L. à une organisation régionale pour les prestations de la mutuelle.

Pour ces questions, le bureau du personnel travaille en étroite collaboration avec les représentants du personnel. Les délégués du personnel ont été élus pour la première fois en 1970; avec l'accord de l'inspecteur du travail ils agissent également en tant que membres du Comité d'Entreprise. Cet organe sera élu pour la première fois en 1971 dès que l'I.L.L. sera organisé du point de vue syndical. En raison du rôle particulier des syndicats lors de l'établissement des listes de candidats, le personnel de l'I.L.L. s'efforce, afin de faciliter la participation des agents allemands, de constituer un syndicat I.L.L. autonome.

Ce ne sont pas seulement les problèmes de mutuelle qui sont examinés avec les délégués du personnel mais l'ensemble du programme des "oeuvres sociales", c'est-à-dire les possibilités d'emploi des 3 % de la somme salariale versée par l'I.L.L. à ce titre.

La contribution due au titre des 1 % d'aide au logement a été virée comme l'année dernière au C.I.L.A.F. qui, en contrepartie, met à la disposition de notre personnel des logements à loyer modéré.

Dans le domaine financier, l'adaptation de la comptabilité au système mécanographique Gamma 30 du C.E.N.G. s'est poursuivie. Le Service financier a élaboré des règlements Internes concernant la passation des commandes et la procédure de règlements de l'I.L.L. sur la base du règlement budgétaire adopté par le Comité de Direction lors de sa dernière réunion du 21 octobre 1971. Une comptabilité analytique n'est pas encore mise au point; Il est cependant possible de ventiler tous les frais directs de personnel et de matériel selon les différents domaines et projets.

La collaboration de l'I.L.L. avec le C.E.N.G. et la GfK est particulièrement étroite pour toutes les questions concernant les achats. Le service Achats de l'Institut effectue, en contact étroit avec le personnel scientifique et technique, des analyses de marché et prépare les commandes de telle sorte que le service Achat du C.E.N.G. puisse les passer immédiatement. L'I.L.L. utilise la connaissance du marché dont dispose le C.E.N.G. et profite de ses conditions de prix; en contrepartie, il vient en aide au C.E.N.G. pour ses achats en République fédérale. Lors de commandes importantes auprès de fournisseurs allemands, l'I.L.L. fait appel au service Achat de la GfK.

5. SERVICES TECHNIQUES

1. Construction de l'Institut

Avec un peu de retard sur les plannings, le bâtiment principal dit "bureaux-laboratoires" a été livré aux utilisateurs à la fin de l'année 1970. On termine actuellement les travaux de finition et on commence les aménagements spécifiques comme ceux des laboratoires.

La construction des deux bâtiments annexes a été commencée. Leur livraison est prévue:

- pour le "bâtiment informatique" qui regroupera les calculateurs de processus et le calcul scientifique, en Juin 1971;
- pour le "bâtiment conduits de neutrons" en Septembre 1971.

2. Service Techniques

Ils se développent en effectifs et en équipements au rythme des besoins de l'assistance technique demandée par les chercheurs. Ils se composent des groupes suivants:

2.1. Electronique (7 ingénieurs et 7 techniciens)

Il assure les missions suivantes:

- Aide aux physiciens pour résoudre leurs problèmes électroniques de tous les jours: Ceci concerne la réalisation et la mise au point de sept expériences (diffractomètre gamma, diffusion de la lumière, miroirs optiques, effet Mössbauer, spectromètre à temps de vol, diffractomètre à neutrons au réacteur Mélusine (CENG), contrôle optique des spectromètres "Tanzboden").
- Développement des électroniques destinées aux expériences du RHF: En liaison avec le LETI (CENG), le laboratoire d'électronique LEM (GfK Karlsruhe) et le groupe d'électronique de l'IAK (GfK), on a élaboré les spécifications et défini les moyens de réalisation pour dix expériences. Un souci particulier a été apporté aux problèmes de standardisation du matériel (chassis CAMAC, moteurs, codeurs, détecteurs, chaînes de comptage etc.).

Pour cinq autres expériences, le développement est entièrement assuré par ce groupe.

- Choix des éléments électroniques pouvant être fournis par l'industrie. Ce choix a nécessité l'étude technique et économique du marché et des tests de performance et de fiabilité sur des prototypes.
- Réalisation de nouveaux appareillages, en particulier de détecteurs plats et de multidétecteurs avec leurs électroniques associées.
- Mise en service d'un laboratoire d'électronique de 120 m² avec le matériel correspondant (tables de travail, appareils de mesure et de test, stock de composants, appareils à prêter, documentation technique).

2.2. Informatique (6 ingénieurs et 3 techniciens)

Pendant l'année 1970, ce groupe a coordonné la réalisation et la mise au point des deux systèmes de calculateurs de processus destinés à l'acquisition des données, au traitement des informations et au contrôle des expériences. Il travaille en étroite coopération avec les physiciens.

Pour les système NICOLE, le matériel fourni par Telefunken est en cours de réception à Karlsruhe et sera installé à Grenoble en Juin 1971. Une équipe de l'ILL (un ingénieur et deux techniciens) est détachée auprès de la DVZ/GfK.

Pour le système CARINE, la plus grande partie du matériel fourni par Télémécanique est en fonctionnement au LETI (CENG) et sert à la mise au point du système. Il sera transféré en Juin 1971 à l'ILL. Une équipe de trois ingénieurs et deux techniciens est attachée à ce système.

Les stages déjà effectués chez les constructeurs des calculateurs permettront de prendre en charge les installations dans les meilleures conditions du point de vue exploitation et maintenance.

2.3. Fabrications - Hall d'essais (1 ingénieurs, 7 techniciens et 5 ouvriers)

L'atelier principal a commencé à fonctionner en avril 1970. A la fin de l'année, environ 60 % des machines outils prévues étaient en exploitation. Cet atelier assure 40 à 45 % des fabrications prises en charge directement par l'Institut, notamment celles qui présentent des difficultés particulières ou des exigences poussées. Le reste est soustraité au stade fabrication à des industriels de la région ou aux ateliers de mécanique du CENG.

Ont été réalisés en particulier:

- un prototype du spectromètre "Tanzboden"
- un interferomètre Fabry-Perrot
- un diffractomètre
- un sélecteur mécanique
- des miroirs magnétiques
- des disques pour sélecteurs de vitesse
- une centaine de petits appareillages réalisés sur demande directe des physiciens.

Le hall-d'essais des dispositifs expérimentaux abrite:

- une maquette (échelle 1) d'un canal du réacteur pour essais de montage des doigts de gant et équipements de canal;
- une cuve d'essai (échelle 1) des barres de sécurité du réacteur pour essai général avant mise en place dans le réacteur, y compris mesure des vibrations et des temps de chute.

2.4. Aménagements et entretien des bâtiments (1 technicien et 2 ouvriers)

A l'achèvement des travaux de construction, ce groupe prend en charge les installations classiques des bâtiments tels que réseaux de fluides, chauffage, ventilation, électricité, moyens de manutention, dont il assure l'exploitation et la maintenance.

Il réalise à la demande des utilisateurs les travaux d'installation des laboratoires.

2.5. Etude des dispositifs expérimentaux (1 ingénieur et 7 dessinateurs)

En liaison étroite avec les physiciens, ce groupe a étudié:

- des éléments des trois spectromètres de physique nucléaire;
- une dizaine de gros appareils pour la physique du solide dont les parties mécaniques sont actuellement en cours de fabrication dans l'industrie.

Il entreprend l'étude de l'équipement de ces appareils (électro-aimants, collimateurs, supports de cristaux etc.).

2.6. Sécurité - Radioprotection (1 ingénieur et 2 techniciens)

Sécurité générale:

Les bâtiments terminés sont équipés de réseaux de téléalarme et de moyens de lutte contre l'incendie. Le gardiennage en dehors des heures de travail est assuré depuis la fin de l'année 1970.

Les installations sont progressivement adaptées aux normes de sécurité.

Radioprotection:

On prépare actuellement les programmes de mesure et d'essais autour du réacteur et on approvisionne le matériel nécessaire; en particulier on a commencé l'équipement d'un laboratoire de comptage et de dosimétrie.

Les expériences, au fur et à mesure de leur construction, sont examinées pour évaluer les risques et étudier les moyens propres à éviter les dangers radioactifs.

6. EXPLOITATION DU RÉACTEUR

Le Service "Réacteur" a continué à se constituer en prévision du démarrage de l'installation.

Sur un total de 45 agents prévus, 37 étaient en fonction au 1/12/1970 et 41 au 1/1/1971.

Les recrutements ont été ajustés en tenant compte :

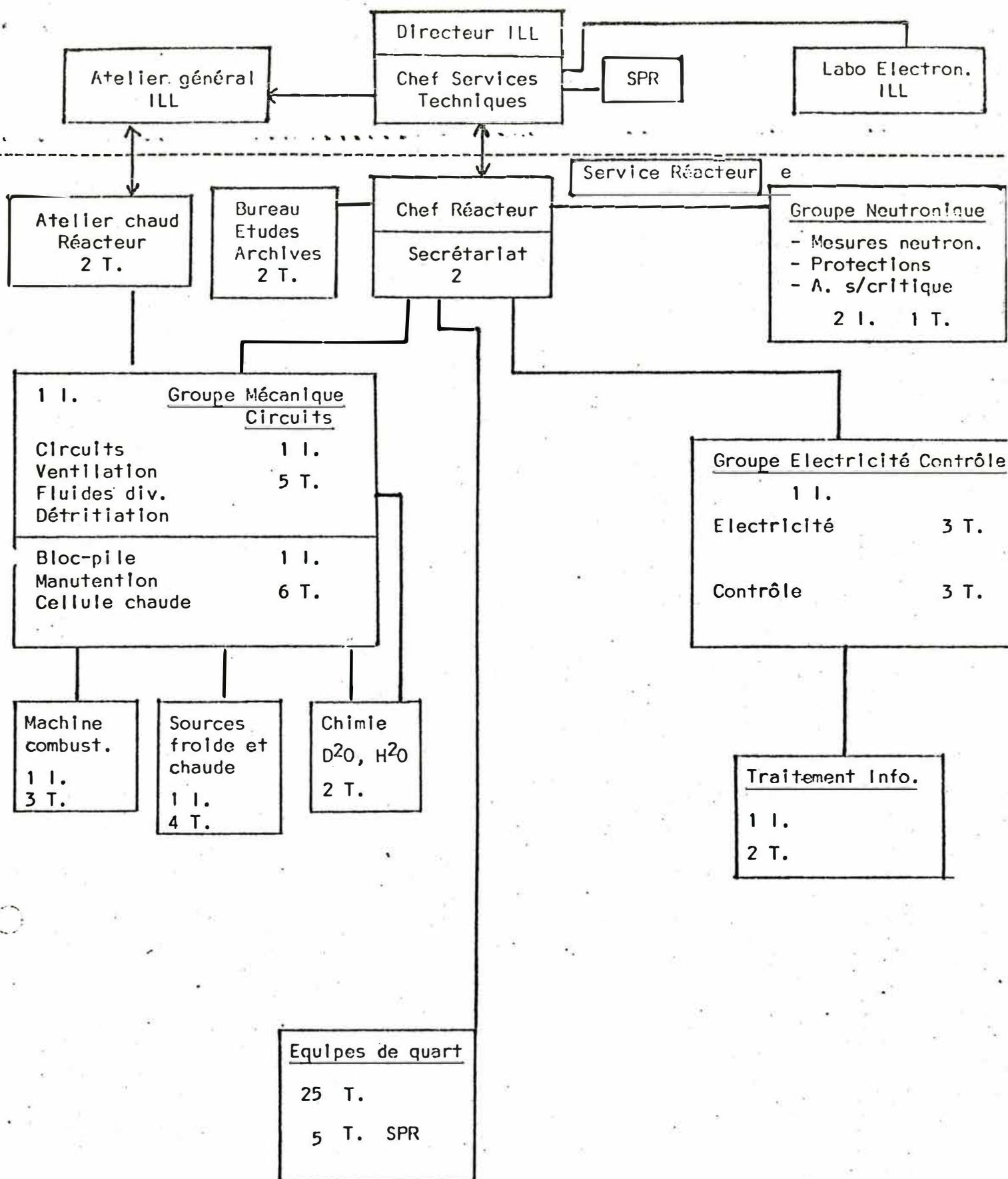
- du planning d'achèvement du réacteur,
- de l'organisation des essais,
- du temps de formation nécessaire.

La quasi-totalité de l'encadrement est maintenant en place, suivant l'organigramme ci-joint correspondant à un effectif théorique de 70 personnes.

Le personnel du Réacteur est maintenant étroitement intégré avec les équipes du Maître d'Ouvres et de l'Architecte Industriel, aussi bien pour les fins de montage que pour les essais.

Des dispositifs liés aux essais ont été réalisés et mis en oeuvre par les équipes du Réacteur : banc d'essai de barres de sécurité, banc d'essai de démontage de canaux, maquette à échelle 1/10 de la structure supérieure du bloc pile et du plongeur supportant le spectromètre à électrons de conversion.

L'équipement des différents laboratoires et ateliers attachés au Réacteur a été largement commencé : atelier chaud, laboratoire de chimie du bâtiment détritiation, laboratoires d'électricité et d'électronique. Ces équipements servent, dès maintenant, de support technique aux équipes chargées d'assurer les essais.



I = Ingénieur.

T = Technicien, dessinateur ou personnel administratif.

1.

INTRODUCTION

L'année 1970 est la dernière avant l'achèvement du réacteur. L'Institut a presque atteint son importance définitive, tant par ses installations que par ses effectifs. La construction du réacteur et des bâtiments de l'Institut a progressé comme prévu. La collaboration avec le groupe projet s'est avérée excellente. Le groupe réacteur est presque au complet ; il profite pleinement des expériences acquises durant la construction du réacteur. Quelques rares collaborateurs du groupe projet travailleront plus tard à l'Institut Laue - Langevin. L'étude des conditions de sécurité est terminée.

L'organisation du Service Technique s'est effectuée en fonction des problèmes posés à l'Institut, celui du développement des grands équipements expérimentaux par exemple, ou de la mise au point d'expériences. En matière de construction et de fabrication, une tradition est née pour la réalisation de nouveaux appareils : celle-ci est souvent confiée à l'extérieur, ce qui permet de concentrer nos efforts sur des problèmes particulièrement difficiles et sur des travaux exigeant une collaboration entre physiciens, bureau d'études et atelier. Pour ce qui est de l'électronique et du traitement de l'information, il existe une étroite collaboration avec le C.E.N.G. (L.E.T.I.), avec les centres de Karlsruhe et de Jülich. En dehors des activités exigeant une collaboration et des échanges avec les physiciens, les membres de ces groupes s'attachent aussi à des problèmes concrets, comme ce sera le cas plus tard lors de la phase de fonctionnement, et dans les mêmes proportions. En ce qui concerne les calculateurs électroniques, il existe une collaboration avec l'université. La solution définitive de ce problème reste à trouver.

L'organisation de l'administration est pratiquement terminée. Contrairement aux projets initiaux, il s'est avéré que l'Institut doit développer une activité assez importante dans les domaines du personnel et de l'approvisionnement. Au demeurant, la collaboration avec le C.E.N.G. et le centre de Karlsruhe a donné d'excellents résultats. Grâce à une modification apportée au statut du personnel l'année dernière,

L'Institut a plus de facilités pour accueillir les ressortissants des deux pays, à une exception près : il reste toujours aussi difficile de faire venir des non-cadres allemands à Grenoble.

La construction des grands équipements expérimentaux touche à sa fin, c'est pourquoi elle fait l'objet dans ce rapport d'une description plus détaillée qu'auparavant. Ces équipements représentent la première génération de nos grands appareils et seront sans doute complétés plus tard par un nombre à peu près égal de nouveaux. Ils devraient permettre de résoudre presque tous les problèmes que l'on peut traiter avec les neutrons. Jusqu'à un stade relativement avancé de leur construction, il a été possible de tenir compte aussi bien des nouvelles techniques que des souhaits émanant peu à peu des physiciens. Des discussions sont en cours pour modifier certains points du programme de la première génération.

Les buts de la phase de fonctionnement déterminent l'organisation de l'activité scientifique de l'Institut. On s'est attaché d'abord à l'organisation des groupes théoriques, à cause de leur importance générale pour tous les programmes ; elle est à peu près terminée et les théoriciens influent sur toutes les études et travaux des physiciens expérimentateurs. La création en Allemagne de grands instituts de physique du solide a entraîné une diminution des effectifs à Munich ; d'autre part des relations fructueuses avec ces instituts se trouvent assurées. Jusqu'à présent les directeurs du groupe de Munich ont été appelés rapidement, les uns après les autres, à des postes d'enseignement supérieur. La venue de P. Fulde amènera, nous l'espérons, une solution plus durable. A Grenoble, le groupe théorique s'est développé de façon très satisfaisante, en collaboration surtout avec Orsay. Nous espérons que la situation actuelle qui repose pour l'instant en partie sur des solutions provisoires pourra se maintenir.

L'ensemble des activités en physique expérimentale doit être en mesure de remplir les tâches suivantes : connaissance et développement plus poussé des méthodes ; développement et exploitation des appareils ; présence d'experts dans différents domaines auxquels s'intéresse l'Institut lui-même ; ils seront aussi des interlocuteurs pour nos amis d'autres instituts ; activités de l'Institut dans les domaines apparentés à la physique neutronique : Laser, études de structures avec les rayons X, diffraction avec rayons γ . On a évité jusqu'à présent

une structure hiérarchique des départements expérimentaux. Nous espérons qu'elle se fera peu à peu, grâce à la forte participation d'autres instituts. Un certain nombre de problèmes restent posés ; des discussions sont actuellement en cours sur l'importance d'une activité future, propre à l'Institut, pour l'étude de substances biologiques.

Le Conseil Scientifique a été, cette année, en partie renouvelé. Il a essentiellement consacré son activité au développement de programmes scientifiques. A cet effet, les sous-comités suivants ont été créés :

1. Phonons, changements de phases, ondes de Spin,
Diffusion critique
2. Cristaux imparfaits
3. Structures (atomiques, électroniques, magnétiques)
4. Liquides, substances amorphes, gaz denses
5. Macromolécules, biologie
6. Physique nucléaire.

De nombreuses propositions ont été faites au cours de l'année, provenant en grande partie des membres d'autres instituts. Des propositions sont discutées actuellement, visant à organiser la participation des membres de l'Institut et d'autres laboratoires, à l'élaboration et à la discussion des programmes ainsi qu'à la réalisation des expériences. Il faut parvenir à laisser une assez large initiative ainsi qu'une participation scientifique décisive aux autres instituts. Les propositions faites jusqu'à présent suffiraient à utiliser pleinement la capacité du réacteur pour assez longtemps. Mais une meilleure connaissance de la technique et l'apparition de nouvelles expériences feront naître beaucoup d'autres propositions et ce qui est connu actuellement sera dépassé. Nous voyons surtout trois domaines dans lesquels une telle évolution pourrait être importante : chimie fondamentale, neutrons comme moyens de recherche chimique et problèmes du désordre dans les corps solides. Nous souhaitons avant tout dans un avenir proche, une plus grande participation des chimistes à nos travaux.

2. L'ACTIVITE SCIENTIFIQUE DE L'INSTITUT

L'activité scientifique de l'Institut se divise en deux grandes parties:

- d'une part, l'étude pour les appareils futurs, les techniques complémentaires de celle des neutrons, les activités de support et la physique théorique;
- d'autre part, la préparation des expériences.

(L'état d'avancement des dispositifs expérimentaux fait l'objet d'un chapitre à part, voir chapitre 3.)

L'activité scientifique qui n'est pas directement la préparation d'expériences sur la pile, peut être rangée dans les catégories suivantes:

- Les études qui serviront à la réalisation des appareils futurs;
- La physique avec des techniques complémentaires de celle des neutrons;
- L'activité scientifique qui sert de support du reste;
- La physique théorique à Grenoble et à Garching.

2. a)

Etude pour les appareils futurs

Il s'agit pour une part d'études de principes d'appareils nouveaux, pour une autre de réalisations de composantes. Il s'agit :

1) d'une étude d'un appareil de type "chopper statistique" pour permettre la séparation de la diffusion élastique et de la diffusion inélastique (PELLIONISZ, J. SCHNEIDER). Un prototype sera essayé à Mélusine pour voir si le principe de l'appareil est bon.

2) de la réalisation d'un monochromateur qui donne des impulsions de courte durée (10 μ s) par application d'un champ magnétique pulsé. Ce monochromateur sera essayé au printemps 1971 à Mélusine (DOUCHIN, C. BERTHET).

3) de miroirs magnétiques réalisés par évaporation pour polariser les neutrons sans les monochromatiser. Les premiers résultats sont encourageants mais on est très loin des taux de polarisation qu'on sait réaliser par des réflexions de Bragg. Un gros effort sera fait pour améliorer cette technique dont on aura absolument besoin (B. HAMELIN).

4) d'études et de réalisation de monochromateurs nouveaux. L'effort dans ce domaine est poursuivi (RUSTICELLI, P. THOMAS). Des essais de fabrication de monocristaux de Beryllium au C.E.N.G. n'ont pas à ce jour donné de résultats. Les monochromateurs à gradient de maille réalisés par une variation de la composition chimique suivant un axe (par exemple CoO-NiO et Cu-Ge) ont vérifié l'intérêt de la méthode. Cependant la perfection des cristaux est encore insuffisante. La réalisation d'un gradient de maille par un gradient thermique est testée.

Pour tester les divers monocristaux, le diffractomètre à rayons gamma (Jochen SCHNEIDER) est un excellent instrument et il est maintenant utilisé dans ce but de façon routinière. Il est envisagé d'utiliser la méthode pour suivre la croissance d'un monocristal.

2. b)

Techniques complémentaires de celle des neutrons

1) La diffusion Brillouin (SCHERM, DAVID, A. HAMELIN): Au cours de l'année, l'interféromètre Perrot-Fabry a été mis en route et a donné des résultats convenables. Il est cependant apparu nécessaire pour atteindre la haute résolution que nous recherchons de modifier cet interféromètre. La nouvelle version a été mise en place à la fin de l'année 1970. Une électronique originale a été conçue et réalisée à l'I.L.L. pour assurer un bon balayage en fréquence et s'affranchir des dérives du Laser. Des spectres ont été mesurés avec des liquides et des solides. L'appareil sera utilisé à l'investigation de la diffusion Brillouin dans les substances amorphes, dans le méthane, dans la glace, en complément des expériences faites avec les neutrons.

2) Rayons X : On étudie (FREUND) la relation entre les imperfections d'un monocristal et les propriétés de ce cristal en diffraction. Ces expériences sont complétées par des mesures avec les rayonnements gamma de petite longueur d'onde. Au mois de septembre nous avons reçu le diffractomètre à quatre cercles Siemens qui fonctionne maintenant continuellement. Il est pour le moment utilisé en coopération avec les chercheurs de l'Université de Grenoble.

3) Effet Mössbauer en ligne : Il s'agit d'expériences préparatoires qui sont faites (JEANDEY, MATHIEU) en relation avec M. VARGAS de Grenoble et M. FINK de Karlsruhe. Les expériences préliminaires sur Mélusine ont permis d'observer la raie de 93 keV dans le spectre du ^{178}Hf , et des expériences sont en préparation sur le ^{57}Fe .

2. c)

Activité de support

Un gros effort a été fait pour trouver une solution satisfaisante au problème du calcul scientifique. Quand les expériences seront en fonctionnement, il est évident que les besoins en calcul de l'Institut seront considérables, tant pour la préparation des expériences que pour l'analyse des résultats. Il nous est apparu impossible de chiffrer précisément ces besoins mais on peut raisonnablement estimer que d'ici un an et demi, ces besoins seront de l'ordre de la moitié des moyens existants actuellement dans l'université de Grenoble. Pour l'immédiat, nous avons établi des liaisons avec le Centre de Calcul universitaire. Des terminaux installés dans l'Institut permettront d'accéder directement à la machine. Il apparaît cependant que même si ce centre universitaire est développé, ces liaisons deviendront rapidement insuffisantes, et il faudra envisager la réalisation d'un autre centre de calcul au voisinage de l'Institut, vraisemblablement en coopération avec les instituts scientifiques voisins. L'Institut étudie la solution la plus économique et la plus efficace (MENDES, SIRET, de POLIGNAC). Ce groupe de mathématiciens travaille à l'élaboration et au perfectionnement des méthodes d'analyse numérique des résultats : déconvolution de la largeur instrumentale, corrections instrumentales etc. C'est un travail qui est fait en coopération avec les divers responsables d'appareils.

Dans un avenir immédiat, une autre activité scientifique de support sera développée : un petit laboratoire de chimie pour la préparation des échantillons.

2. d) I

Activité du Groupe de Physique Théorique à Grenoble

Les activités du groupe de physique théorique sont essentiellement les suivantes :

- Recherches originales donnant lieu ou non à publication.
- Articles de revue, donnant lieu à des séminaires ou à des communications invitées à des conférences.
- Séminaires internes ou à l'extérieur.

Pour éviter des redites, il paraît préférable de regrouper ces activités diverses en suivant autant que possible la classification des sous-commissions du Conseil Scientifique.

1) PROPRIETES DES CRISTAUX PARFAITS ET CHANGEMENTS DE PHASE

Alliages ordonnés

J. LABBE et G. ICHE ont commencé à calculer la polarisation de la bande de conduction dans les composés magnétiques ordonnés (alliages Au_4X , où X =élément de transition, ou alliages de Heussler). Comme dans le cas d'alliages dilués désordonnés (Friedel, Anderson) on part d'une interaction entre électrons de conduction de vecteur d'onde $\vec{k}$ et électrons d localisés aux sites $\vec{R}_\ell$:

$$H_{sd} = \sum_{\vec{k}, \ell} V_{\vec{k}} e^{i\vec{k} \cdot \vec{R}_\ell} c_{\vec{k}\sigma}^+ c_{\ell\sigma} + \text{h.c.}$$

Il en résulte une hybridation, proportionnelle à la constante de couplage V , entre les 2 bandes, qui produit une polarisation assez forte de la bande de conduction, en contradiction avec le "théorème de compensation" d'Anderson, valable pour les alliages dilués. Cet effet devrait se traduire par une contribution de la bande s au facteur de forme magnétique, plus étroite (dans l'espace réciproque) que la contribution d directe.

Par ailleurs Mademoiselle M. BONFANTE, sous la direction de J. LABBE, a étudié la position du niveau de Fermi dans les composés intermétalliques du type V_3Si (dits "A 15"). Selon le schéma de Labbé-Friedel, la bande de conduction, large se superpose à une bande d assez étroite où existent des pics de densité d'états (anomalies de VAN HOVE). Les anomalies (changements de phase) observées dans environ 15 % de ces composés s'expliquent complètement si le niveau de Fermi est dans un pic. Cette situation peut sembler une coïncidence surprenante, la largeur de bande étant de quelques eV et celle d'un pic de quelques meV. M. BONFANTE a montré que cette situation est en fait très stable: le paramètre cristallin doit, dans certaines limites, s'ajuster de façon à amener le niveau de Fermi dans un pic. D'autre part, on doit pouvoir modifier par compression la position du niveau de Fermi. M. BONFANTE a entrepris une étude théorique de cet effet.

M. CYROT étudie la transition de Mott. Cette transition métal-isolant est due aux corrélations entre électrons. Bien que le phénomène physique soit bien compris, il n'existe aucune théorie satisfaisante. M. CYROT en propose une qui développe une forte analogie avec les alliages concentrés. Le formalisme utilisé a déjà fait l'objet de publications; dans un article à publier est présentée une vue générale

du diagramme de phase d'un gaz d'électrons dans une bande étroite en fonction des corrélations. Parallèlement à ce travail, F. LIVET fait une revue systématique de tous les travaux expérimentaux sur les oxydes des métaux de transition, qui permet d'étudier les différents types de transition métal-isolant qui se rencontrent dans ces matériaux. Sur les oxydes qui présentent un état isolant de Mott ou une transition de Mott, il applique les vues qualitatives développées précédemment afin de les rendre plus quantitatives.

Magnons

a) Dans les antiferromagnétiques, l'aimantation à 0° K d'un sous-réseau est, à cause du mouvement de point zero, inférieure à la valeur $Ns/2$ donnée par la mécanique classique. J. SOLYOM (en collaboration avec J. BERGOU de Budapest) a montré que cet effet est plus faible en présence d'impuretés non magnétiques ^{/1/}.

b) La diffusion des neutrons et de la lumière par 2 magnons a été étudiée dans les antiferromagnétiques par J. SOLYOM. Il a trouvé ^{/2/}, en accord avec d'autres auteurs, que les interactions entre magnons sont en général importantes et déplacent appréciablement le maximum de section efficace. Cependant ses résultats sont quantitativement différents de ceux d'ELLIOTT, et d'autre part il a précisé l'influence de la température. Par contre, pour les petits vecteurs d'onde et les fréquences de l'ordre de la fréquence d'ondes de spin ω_q , J. VILLAIN a montré que les interactions entre magnons sont sans doute peu importantes et que la fonction de corrélation longitudinale a, dans les ferro- et antiferromagnétiques isotropes ou peu anisotropes, 2 pics aux fréquences $\pm \omega_q$. Il a étudié ^{/3/} le comportement de ces pics et l'amortissement des magnons près du point de Néel.

Changement de phase

Le comportement d'un système physique près d'une transition du second ordre est exprimé par des "lois d'échelle", formulées en général pour des interactions à courte portée. J. VILLAIN a étendu les lois d'échelle au cas d'interactions dipolaires /4/. Dans le cas de ferromagnétiques (ou ferroélectriques) uniaxes, on trouve que les lois d'échelle sont compatibles avec les valeurs des "exposants critiques" fournies par l'approximation du champ moléculaire, contrairement au cas de forces à courte portée. Un effet analogue se rencontre dans la transition piézoélectrique-ferroélectrique /5/.

Citons encore 2 communications invitées :

- de J. LABBE sur "Instabilités de réseau et changements de phase du premier ordre dans quelques composés métalliques de transition" à la "Midwinter Conference" de 1971 en Californie.
- de J. VILLAIN sur la "Relaxation magnétique critique" au Colloque de magnétisme de Grenoble.

2) IMPURETES

J. SOLYOM /6/ a étudié l'influence de l'effet Kondo sur le temps de relaxation spin-réseau, qui peut s'écrire :

$$1/T_1 = C^{te} + A T + f(T)$$

C'est le terme positif $f(T)$ qui a été étudié par J. SOLYOM : $f(T)$ est nul pour $T \gg T_K$ et devient important près de T_K . Son comportement pour $T \ll T_K$ est encore mal compris.

K. MATHO ^{/7/} a considéré l'influence de l'interaction entre impuretés sur l'effet Kondo, en utilisant une approximation de Born du second ordre qui en principe n'est valable que pour $T \gg T_K$ bien que les résultats soient dans certains cas en accord avec l'expérience même un peu en dessous de T_K . Quand la concentration en impuretés devient trop grande, les impuretés magnétiques sont trop couplées entre elles pour être sensibles aux électrons de conduction et l'anomalie Kondo de résistivité disparaît. K. MATHO poursuit ses travaux en collaboration avec K. FISCHER.

K. FISCHER étudie en outre (en collaboration avec K. P. BOHNEN de Jülich) l'effet d'impuretés non magnétiques sur l'effet Kondo. On trouve que la température de Kondo T_K est abaissée.

Par ailleurs K. FISCHER publiera prochainement ^{/8/} un article de revue sur "La théorie des alliages magnétiques dilués" et ultérieurement un article sur "L'effet Kondo dans les modèles de WOLFF et d'ANDERSON par la méthode des équations du mouvement". K. FISCHER a fait en outre 3 séminaires à Munich, Jülich et Orsay sur "L'Effet Kondo dans le modèle de Wolff".

Mentionnons enfin, dans le domaine des magnons localisés, un séminaire donné à l'I.L.L. par J. SOLYOM.

3) STRUCTURES

Communication invitée de J. SOLYOM au Congrès de Magnétisme de Grenoble sur "La détermination des structures magnétiques à l'aide de la théorie de Landau des changements de phase du second ordre".

4) LIQUIDES, GAZ et MATERIAUX AMORPHES

Outre des travaux sur les plasma ^{/9/}, A. KUGLER a travaillé sur les liquides classiques ^{/10/}. Il a proposé récemment une théorie (non publiée) pour la fonction de diffusion incohérente des neutrons, $S_s(k, \omega)$: il écrit l'équation du mouvement pour la fonction d'auto-corrélation et rend cette équation auto-consistante par un découplage. La solution vérifie les règles de somme correspondant aux moments d'ordre 0, 2 et 4 de $S_s(k, \omega)$ mais ne donne pas le comportement hydrodynamique correct à la limite de k et ω petits.

A. KUGLER a fait d'autre part un séminaire à l'I.L.L. sur "L'hydrodynamique généralisée et la fonction de réponse de la densité dans les liquides simples".

R. BENDA a étudié la dynamique des solides amorphes. En principe, il faudrait faire des moyennes sur les différentes structures possibles connaissant les constantes de force dans chaque cas. Dans la pratique, des approximations permettent de réduire le nombre de paramètres comme l'ont montré HUBBARD et BEEBY. Utilisant en outre la fonction de corrélation de paire instantanée $G(r)$ donnée par la diffusion inélastique des neutrons, R. BENDA calcule la densité d'états $g(\omega)$ des excitations élastiques, dont on peut déduire la chaleur spécifique. Il calcule en outre le libre parcours des phonons (limité par le désordre et éventuellement par l'anharmonicité) et en déduit la conductivité thermique. Il calcule enfin les constantes élastiques et la position, en fonction du vecteur d'onde, des maxima de la section efficace des neutrons en fonction de la fréquence.

Mme F. CYROT a continué ses activités de recherche sur les systèmes désordonnés (étude de la bande d'impureté dans un semiconducteur avec J. P. GASPARD, alliages et surfaces avec F. DUCASTELLE). Mme CYROT et

J.P. GASPARD étudient ainsi l'influence de l'ordre local sur la densité d'états électroniques en utilisant un développement en moments et en cumulants. On peut ainsi arriver à un critère permettant d'obtenir les effets des fluctuations en concentration, c.a.d. à un critère de localisation des électrons.

Sur les surfaces, Mme CYROT et F. DUCASTELLE ont en particulier étudié les énergies de liaison d'atomes de transition absorbés sur un métal de transition. Les résultats obtenus sont en accord avec les résultats expérimentaux obtenus sur un substrat de tungstène montrant une variation parabolique de l'énergie de liaison avec le nombre d'électrons $5d$ de l'adatome avec un maximum pour le tungstène de l'ordre de l'énergie de cohésion du tungstène. Des prédictions sont aussi données pour d'autres substrats, tantale, rhénium, osmium et iridium. Ces résultats sont rassemblés dans un article à paraître "Binding energies of transition atoms adsorbed on a transition metal".

Enfin P. KLEBAN a commencé des travaux sur la densité d'états d'un réseau aléatoire unidimensionnel, ainsi que sur le facteur de structure dynamique des liquides, notamment près du point de fusion, en s'intéressant surtout à l'effet d'interactions de coeur dur.

5) MACROMOLECULES

K. HOLZL et C. SCHMID étudient l'influence de la conformation d'une macromolécule sur la diffusion inélastique des neutrons, l'absorption infrarouge, la densité d'états des phonons et les quantités qu'on peut en déduire, comme la chaleur spécifique, l'entropie, etc. Jusqu'ici les complications numériques avaient limité l'étude des défauts de conformation à des molécules très courtes (jusqu'à 30 monomères). Cette étude a montré que la méthode utilisée par LIFSHITZ, MARADUDIN, etc. pour

traiter des défauts isotopiques ou des modifications de constantes de force peut être appliquée aux défauts de conformation et permet l'étude de macromolécules infiniment longues. Le calcul, par cette méthode, du système perturbé nécessite le calcul de tous les éléments de matrice de la fonction de Green du système non perturbé pour toutes les valeurs de l'énergie. On a donc calculé cette fonction de Green pour une molécule idéale de polyéthylène dans le modèle de Kirkwood-Pitzer, qui donne correctement les branches de phonons inférieures. La méthode usuelle "d'échantillonnage de racines" est inapplicable au cas de défauts de conformation à cause du nombre élevé des éléments de matrice nécessaires. K. HOLZL et C. SCHMID ont donc développé une méthode mi-analytique, mi-numérique, applicable à tout système harmonique invariant par un groupe de translation unidimensionnel. Il est ainsi possible de traiter un grand nombre de variétés de défauts ou d'amas de défauts.

6) DIVERS

P. KLEBAN rédige actuellement un travail sur des inégalités relatives à l'énergie des "many body systems" (y compris l'effet des photons). Il a donné un séminaire à ce sujet à l'I.L.L. De plus il assure la responsabilité des séminaires théoriques.

PUBLICATIONS DE RECHERCHE (les articles de revue sont partiellement mentionnés dans le texte)

- /1/ J. SOLYOM, J. BERGOU "Reduced zero-point contraction in impure antiferromagnets" Communication au Congrès de Magnétisme de Grenoble (1970)
- /2/ J. SOLYOM "On the two-magnon scattering of light and neutrons" à paraître dans Z. Physik
- /3/ J. VILLAIN "Critical relaxation in isotropic ferro- and anti-ferromagnets below the transition point". Communication à la Conférence Battelle, Gstaad (sept. 1970) A paraître
- /4/ J. VILLAIN "Lois d'échelle dans un ferromagnétique anisotrope" Communication au Congrès de Magnétisme de Grenoble (1970)
- /5/ J. VILLAIN, Solid state comm. 8, 295 (1970)
- /6/ J. SOLYOM, Z. Physik 238, 195 (1970)
- /7/ K. MATHO, M.T. BEAL-MONOD, "Concentration effect in the Kondo resistivity". Communication au Congrès de Magnétisme.
- /8/ K. FISCHER "Theory of dilute magnetic alloys" Phys. Stat. Sol. 46 (1970)
- /9/ A. KUGLER "Bounds for some equilibrium properties of an electron gas" Phys. Rev. A, 1688 (1970)
- /10/ A. KUGLER. "Inequalities for the Fourier transformed static structure factor in classical fluids" Physica 50, 155 (1970)

d) II

Activité du groupe de physique théorique à Garching

1. Les personnes suivantes ont travaillé dans notre groupe pendant l'année 1970:

K. Aoi	depuis le 1/8/70
A. Eggington	depuis le 1/9/70 (avec une bourse de la "Royal Society")
H. U. Everts	du 1/9/69 au 31/8/70
P.H. Handel	15/6/70 au 15/8/70
H. Horner	du 1/9/69 au 31/10/70
J. Keller	du 1/10/69 au 31/8/70
M. Klenin	depuis le 1/10/70
G. Meißner	depuis le 1/9/69
K.H. Michel	jusqu'au 30/4/70
H.J. Mikeska	jusqu'au 31/12/70
G. Morandi	du 1/5/70 au 31/8/70
E. Østgaard	depuis le 1/8/70
F. Schwabl	jusqu'au 30/4/70
P. Szépfalussy	du 1/11/69 au 31/5/70
T. Tsuzuki	depuis le 1/10/70
F. Wegner	jusqu'au 30/9/70

2. Monsieur I. Peschel qui était boursier-thèse de l'Institut Laue - Langevin, a passé sa thèse "mit Auszeichnung", en décembre 1970. Titre: "Impuretés dans des corps solides: Effets d'un champ cristallin".

3. Les publications parues ou envoyées à l'éditeur par des membres de notre groupe sont jointes en annexe.

4. Les séminaires suivants eurent lieu en 1970 à l'Institut Laue-Langevin de Garching:

- 13/1/70 : Some static and dynamic properties of Nematic Liquid Crystals (Dr.M.Papoular, Orsay)
- 20/1/70 : Die Abschirmung der Wechselwirkung zwischen Quasiteilchen in Halbleitern kleiner Energielücken (Dr. J.K. Kübler, Université de Bonn)
- 27/1/70 : Sum Rules and their Application in the Theory of Superfluid Helium (Dr. P. Szépfalusy, Université de Budapest)
- 24/2/70 : Dynamics of Polymerized Liquids and Amorphous Solids (Prof. S.F. Edwards, Université de Manchester)
- 19/2/70 : Phasenübergang 1. Ordnung und Druckabhängigkeit in BaTiO_3 (Ch. Wissel, Garching)
- 21/4/70 : Einfluß nicht-magnetischer Verunreinigungen auf den Kondo-Effekt (Dr. H.-U. Everts, Garching)
- 5/5/70 : Relaxation and Dissipation im Supraleiter (A. Schmid, Université de Karlsruhe)
- 12/5/70 : Paramagnetische und supraleitende Eigenschaften von Legierungen mit Seltenen Erden als Verunreinigungen (Dr. J. Keller, Garching)
- 26/5/70 : Fluktuationen und Oberflächensupraleitung (Dr. H.J. Mikeska, Garching)
- 2/6/70 : Scaling laws in an anisotropic ferromagnet with dipole interactions. (Dr. J. Villain, Grenoble)
- 9/6/70 : Positron Annihilation as a Mean to study Vacancy Formation (Dr. B. Bergerson, Hamilton)
- 16/6/70 : Supraleitung und Bandferromagnetismus im Zweibandmodell (D. Rainer, Université de Sarrebruck)

- 23/6/70 : The Diamagnetic Susceptibility of the Superconductor
above the Transition Temperature
(Dr. B. Patton, Université de Helsinki)
- 30/6/70 : Phase Transition of a Quantum Hard Sphere System
(Dr. J.P. Hasen, Orsay)
- 7/7/70 : Metallischer Wasserstoff
(Dr. T. Schneider, IBM Research Laboratory Zürich)
- 10/7/70 : Theory of the Photo-Electric Effect
(Prof. N. Ashcroft, Cornell University Ithaca)
- 16/7/70 : Fester Wasserstoff und festes Deuterium
(Prof. H. Meyer, Duke University, N.C.)
- 21/7/70 : Localized Spin Fluctuations in Superconducting Dilute
Alloys
(Dr. G. Morandi, Garching)
- 23/7/70 : Dynamics of Antiferromagnets
(Dr. P.C. Hohenberg, Bell Labs.)
- 28/7/70 : Asymmetrischer Spin-Bahn-Kriechstrom bei der Total-
reflexion polarisierter Neutronen
(Dr. P.H. Handel, University of Missouri, St. Louis)
- 25/8/70 : Scaling and the Renormalization Group in the Kondo Effect
(Prof. M. Fowler, University of Virginia)
- 22/9/70 : Critical Magnetic Scattering of Neutrons from Manganese
Fluoride
(Dr. M.P. Schulhof, Brookhaven National Laboratory)
- 25/9/70 : Extended Remarks on Scaling of Critical Phenomena
(Dr. M.J. Cooper, National Bureau of Standards,
Washington)
- 1/12/70 : Recent Developments on the Theory of Dynamics of
Classical Liquids
(Prof. A. Sjölander, Göteborg)
- 10/12/70: Schallgeschwindigkeit und Suszeptibilität in A15-Phasen
(W. Dieterich, Université de Sarrebruck)
- 15/12/70: The Generalization of Pseudopotential Methods
(Prof. W.A. Harrison, Université de Cambridge)

5. Le groupe des théoriciens de Garching a fait une série de propositions pour de futures expériences au réacteur.

Messieurs Fulde et Meissner sont responsables pour les projets suivants:

Fulde: Mesures de champs cristallins dans des métaux.

Meissner: Théorie microscopique et effets anharmoniques dans la dynamique des réseaux.

2. e)

Préparation des expériences

La Pile devant être en route vers la fin de 71 la préparation des expériences a pris dans l'activité de l'Institut une place essentielle.

Cette préparation se fait à trois niveaux :

- 1) Le Conseil Scientifique a donné la priorité dans ses activités à la préparation du programme scientifique. Des sous-commissions chargées d'étudier ce programme remplacent les anciens sous-comités qui ont définis des équipements expérimentaux.
- 2) Plusieurs laboratoires ont entamé la préparation d'expériences avec neutrons qui rentrent dans le cadre de leur activité scientifique usuelle. Pour cela, ces laboratoires ont envoyé des chercheurs ou bien ont engagé des jeunes boursiers de thèse rétribués par l'Institut pour préparer l'expérience. En règle générale, ces travaux sont soumis au Conseil Scientifique.
- 3) Dans le cadre de l'Institut, des groupes se sont formés qui préparent concrètement les expériences et construisent les équipements spécialisés nécessaires : cryostats, champs magnétiques etc...

Nous allons expliquer un peu plus ces différents aspects de la préparation et les illustrer par des exemples.

- 1) Les sous-comités formés par le Conseil Scientifique sont énumérés dans l'introduction.

Ces six comités se sont réunis deux fois, en Mai/Juin 1970 et en janvier 1971. Le nom de ces comités donne une première idée de ce que sera l'activité scientifique autour de la Pile. Il faut cependant dire que pour certains domaines très nouveaux d'application des neutrons, par exemple l'étude de la catalyse et l'étude des polymères, ces comités essentiellement composés de physiciens n'étaient pas parfaitement adaptés, et l'étude de ces questions sans doute importantes a été remis à des réunions plus spécialisées.

Environ une centaine de propositions d'expériences ont été soumises à ces différents sous-comités qui se sont efforcés de rassembler les différentes propositions portant sur les mêmes branches de recherche et de créer des groupes de travail sur ces sujets. Par exemple, un groupe est chargé de l'étude de la dynamique des corps amorphes; il rassemble des théoriciens et des chercheurs travaillant dans ce domaine dans différents laboratoires, ainsi que des physiciens de l'Institut qui s'occupent d'appareils qui seront mis en jeu pour les expériences sur ce sujet, et d'autres physiciens de l'Institut qui auront les substances amorphes comme objet de recherche. La composition de ces groupes telle qu'elle est décrite dans les compte-rendus de ces différents sous-comités n'est absolument pas limitative; nous attendons essentiellement de ces groupes l'établissement de coopération active entre laboratoires travaillant sur les mêmes sujets, et la diffusion de l'information sur les travaux qui seront ou pourraient être faits à l'Institut.

2) Nous avons indiqué plus haut que divers laboratoires ont entamé la préparation d'expériences. Nous citerons :

a) L'étude des fonctions de corrélation dans les gaz, par le Prof. LÜSCHER à Munich qui a envoyé un collaborateur (H. EGGER) à Grenoble.

b) L'étude de l'ordre local dans les substances ferroélectriques, par Madame LAMBERT d'Orsay. Un chercheur de l'Institut, R. CURRAT travaillera avec elle sur ce problème.

c) Une étude sur la dynamique des polymères, par le Professeur PECHOLD de Stuttgart. Un chercheur de l'Institut (T. PETERLIN) travaillera sur ce problème.

d) Une étude des ondes de spin dans le chlorure de fer sous pression, dans le laboratoire du Professeur NEEL qui a engagé un boursier de thèse (Ch. VETTER) pour préparer ce travail.

Cette liste est incomplète et la lecture des compte-rendus mentionnés plus haut permettra d'avoir une information plus complète.

3. Enfin, nous l'avons dit, tout un travail concret de préparation se fait dans le cadre de l'Institut; par exemple, J. KALUS étudie un cryostat pour l'étude des phonons en fonction de la pression. Nous devons reconnaître que l'Institut a pris un retard important dans ce domaine de construction des équipements spécialisés pour les expériences, et qu'un effort spécialement grand doit être fait pour combler ce retard.

Un filtre à protons polarisés destiné à séparer la diffusion cohérente et la diffusion incohérente a été mis en construction à la suite du dernier Conseil Scientifique. La réalisation en a été confiée au service de physique du solide du Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay sous le contrôle d'un chercheur de l'Institut (P. SEYFERT).

Certaines expériences sont plus spécialement préparées dans l'Institut; nous en mentionnerons deux : l'une concerne l'étude des alliages aluminium - magnésium où les neutrons doivent permettre d'étudier les précipités; cette expérience est préparée (K. IBEL, M. ROTH) en coopération avec le Centre de Jülich et le laboratoire de recherche de Pechiney et sera l'une des premières expériences sur l'appareil de diffusion aux petits angles. L'autre concerne l'étude des impuretés magnétiques et des moments géants. Dans ce domaine, deux chercheurs de l'Institut préparent des expériences (P. PATAUD, J. BLETRY). Ils sont en liaison avec divers laboratoires, en particulier Grenoble et Strasbourg.

Ajoutons que trois chercheurs sont en stage à l'étranger :

- R. SCHERM au laboratoire d'Oak Ridge
- H. FUESS à Harwell et Oxford
- E. DUEE à Bristol

Ces deux derniers chercheurs se préparent à travailler sur les structures de protéines.

Les travaux scientifiques en physique nucléaire avaient pour but de préparer les expériences prévues et de développer des méthodes de mesure et de dépouillement. Les travaux ont été concentrés sur les problèmes suivants:

- 1) Etude de la phase de scission ("scission point") dans la fission nucléaire,
 - a) en mesurant la distribution des produits de fission à l'aide du spectromètre de masse "Lohengrin". Responsables: G. Bailleul, E. Moll. En 1971 se joindront à eux M. Asghar, éventuellement H. Albinsson (Studsvik) et K. Sistemich (Jülich). Collaboration avec des scientifiques de l'extérieur: P. Armbruster et J. Eidens (Jülich), H. Ewald (Gießen), A. Moussa (Grenoble);
 - b) en étudiant l'émission α dans la fission nucléaire (l'expérience n'est pas encore autorisée). Responsable: M. Asghar. Collaboration avec des scientifiques de l'extérieur: R. Chastel (Bordeaux), H. Nifenecker (Saclay).
- 2) Etude des noyaux riches en neutrons et éloignés de la stabilité β , en particulier mesures du temps de vie, des énergies de désintégration, des probabilités d'émission de neutrons retardés et étude des schémas de désintégration. Responsables: J.P. Gautheron, E. Moll. En 1971, M. Asghar et éventuellement H. Schrader (CERN) se joindrait à eux. Collaboration avec des scientifiques de l'extérieur: P. Armbruster et J. Eidens (Jülich), J. Crançon, E. Monnard et F. Schussler (Grenoble).
- 3) Etudes de la structure nucléaire à l'aide de réactions (n, γ) , en particulier sur des noyaux de terres rares, des actinides et dans les domaines de transition entre noyaux sphériques et déformés. Responsables: R. Koch, B. Maier. En 1971, W. Mampe (Munich) se joindra éventuellement à eux. Collaboration avec des scientifiques de l'extérieur: T. von Egidy et O. Schult (Munich). Une collaboration est prévue avec P. van Assche (Mol), P. Mariens (Louvain), A. Bäcklin (Studsvik), Mme Gizon et J. Valentin (Grenoble), O.I. Sumbaev (Leningrad) et P.T. Prokofiev (Riga).

2. f) Visites et Séminaires

Depuis le mois de novembre 1970, les séminaires de l'Institut Laue-Langevin ont lieu régulièrement une fois par semaine. Un grand effort est fait pour que ces séminaires ne soient pas spécialisés, et la plupart des conférenciers se sont appliqués à parler un langage compréhensible par tous. Parmi les visiteurs qui ont participé à ces séminaires, nous pouvons citer :

HARKER (U.S.A.)
 CHAPPELIER (Saclay)
 NOZIERES (Paris)
 MARTIENSSEN (Frankfurt)
 BRENIG (Munich)
 DRANSFELD (Munich)
 LOUNASMAA (Helsinki)
 PETER (Genève)
 PECHHOLD (Stuttgart)
 PAPOULAR (Orsay)

A côté de ces séminaires réguliers et publics, le groupe de théoriciens a institué un séminaire de travail en physique théorique.

Par ailleurs, nous avons maintenu les "Hyde Park" séminaires qui permettent des échanges d'idées en l'absence de tout formalisme.

Le Professeur MOSSBAUER a passé un mois entier au cours de l'été à Grenoble; il a donné plusieurs séminaires.

Le Professeur SPRINGER de Jülich est à l'Institut pour un an, de même que trois théoriciens du Service de Physique des Solides d'Orsay (Mme et M. CYROT, M. LABBE) et que M. FISCHER de Jülich.

2. 9) _I PUBLICATIONS - VERÖFFENTLICHUNGEN (GRENOBLE)

1-70

RUSTICHELLI F. : Study of a composite neutron monochromator system consisting of crystals with a gradient of the lattice spacing.

Nuclear Instruments and Methods, 83, (1970), 124-130

2-70

PESCHEL I., FULDE⁺ P. : Crystalline field effects in metals : Thermoelectric power.

Zeitschrift für Physik, 238, (1970), 99-109

⁺ FULDE P. : Institut für Theoretische Physik, Universität Frankfurt, 6000 Frankfurt/Main

3-70

KUGLER A. A. : Exact bounds for some equilibrium properties of an electron gas.

Physical Review, A 1, (1970), 1688-1696

4-70

MICHEL K. H., SCHWABL F. : Second magnon in antiferromagnets.

Zeitschrift für Physik, 238, (1970), 264-274

5-70

MAIER-LEIBNITZ H., JACROT B. : L'Institut Max von Laue-Paul Langevin : les possibilités qu'il offre pour la recherche en Physique du Solide.

Bulletin de la Société Française de Physique (1970)

6-70

BURGEAT J., PRIMOT J., RUSTICHELLI F. : Single crystal with a gradient in the lattice spacing.

Zeitschrift für Physik, 238, 2, (1970), 140-147

7-70

MAIER-LEIBNITZ H. : Two proposals for accurate measurements of inelastic scattering.

Proceedings Conference DUBNA (1970, October)

8-70

SOLYOM J. : The effect of s-d exchange interaction on the nuclear spin relaxation in dilute alloys.

Zeitschrift für Physik, 238, (1970), 195-207

9-70

VILLAIN J. : Lois d'échelle dans un ferromagnétique anisotrope.

Communication au Congrès de magnétisme. Grenoble, septembre 1970

10-70

VILLAIN J. : Théorie de la relaxation magnétique critique.

Communication au Congrès de magnétisme. Grenoble, septembre 1970

11-70

VILLAIN J. : Critical relaxation in isotropic ferro- and antiferromagnets below the transition point.

Colloque Battelle sur les phénomènes critiques. Gstaad, septembre 1970

12-70

MATHO K. : Concentration effect in the Kondo resistivity.

Congrès de magnétisme. Grenoble, septembre 1970

13-70

SAAM W. F. : Thermodynamics of binary systems near the liquid-gas critical point.

Physical Review, A 2, (1970), 1461-1466

14-70

FUESS H. : Die Kristallstruktur von Nickelselenat-hexahydrat.

(to be published)

15-70

MAIER-LEIBNITZ H. : A common project in fundamental research :

The French-German High-Flux Reactor at Grenoble.

Nature (to be published)

16-70

SCHWABL F., MICHEL K. H. : Hydrodynamics of Heisenberg Ferromagnets.
Physical Review, B 2, (1970), 189-205

17-70

SÖLYOM J. : Determination of magnetic structures using the Landau theory
of second order phase transitions.
Journal de Physique (to be published)

18-70

SÖLYOM J. : Reduced zero-point spin contraction in impure antiferromagnets.
Journal de Physique (to be published)

19-70

HÜLLER A. : High Precision calculation of three and many body lattice sums.
Zeitschrift für Physik (to be published)

20-70

PETERLIN T. M. : Bunching of neutrons in the meV region in high resolution
neutrons spectroscopy.
Atomkernenergie (to be published)

21-70

PELLIONISZ P. : Statistical Chopper method for separation of elastic and
inelastic scattered neutrons in time-of-flight experiments.
Nuclear Instruments and Methods (to be published)

22-70

FISCHER K. : Theory of diffusion magnetic alloys.
Physica Status Solidi (to be published)

23-70

MARX D. : Zeitfokussierendes spektrometer mit einem gekrümmten Drehkristall.
Atomkernenergie (to be published)

.../...

24-70

SAAM W. F. : Theory of diffusion near a liquid-gas azeotropic critical point.

Physics Letters, A 33, (1970); 99-100

25-70

KUGLER A. A. : Inequalities for the Fourier-transformed static structure factor and direct correlation function in classical fluids.

Physica, 50, (1970), 155-160 .

2. 9) II PUBLICATIONS - VERÖFFENTLICHUNGEN (GARCHING)

- 39 H.U. Everts / J. Keller
Influence of Nonmagnetic Impurities on the Kondo Effect,
Phys. Lett. 31A, 540 (1970)
- 40 H.U. Everts / J. Keller
Influence of Nonmagnetic Impurities on the Kondo Effect I,
Z. Physik 240, 281 (1970)
- 41 H. Horner
Anharmonic Phonons and Lattice Specific Heat in bcc ^3He ,
Phys. Rev. Lett. 25, 147 (1970)
- 42 H. Horner
The Influence of Short-range Correlations on the Phonon
Spectra of fcc Helium and Neon,
zur Veröffentlichung eingereicht bei Solid State Communications
- 43 J. Keller (mit P. Fulde)
Crystal Field Effects on Superconductivity,
Proceedings of the 12th International Conference on Low Temperature Physics, Kyoto
- 44 G. Meißner
On the Microscopic Theory of Electronic Contributions to
Lattice Dynamics of Anharmonic Crystals,
Z. Physik 235, 85 (1970)
- 45 G. Meißner
On the Spin-Phonon Interaction in Anharmonic Crystals,
Z. Physik 237, 272 (1970)

- 46 G. Meißner
Spin-Phonon Interaction in the Lattice Dynamics of Solid Helium,
Proceedings of the 12th International Conference on Low Temperature Physics, Kyoto
- 47 G. Meißner
Crystallization and Instabilities in Highly Anharmonic Crystals,
Phys. Rev. B1, 1822 (1970)
- 48 H.J. Mikeska
Effects of Positron Phonon Interaction in Metals,
Z. Physik 232, 159 (1970)
- 49 Phase Transition without Long-Range Order in Two Dimensions
H.J. Mikeska (mit H. Schmidt)
Journal of Low Temperature Physics, Vol. 2, 371 (1970)
- 50 H.J. Mikeska (mit H. Schmidt)
The Onset of Surface Superconductivity,
Journal of Low Temperature Physics, Vol. 3, 123 (1970)
- 51 H.J. Mikeska
Surface Effects in the Onset of Superconductivity,
Proceedings of the 12th International Conference on Low Temperature Physics, Kyoto
- 52 E. Østgaard
Liquid ^4He . I. Binding Energy and Excitation Energy Spectrum from Two-Body Correlations;
zur Veröffentlichung eingereicht bei Phys. Rev.
- 53 E. Østgaard
Liquid ^4He . Three-Body Correlations and their Contribution to the Binding Energy and the Depletion,
zur Veröffentlichung eingereicht bei Phys. Rev.

- 54 E. Østgaard
Neutron Star Matter. Superfluidity and Superconductivity,
zur Veröffentlichung eingereicht bei Z. Physik
- 55 P. Szépfalusy
Longitudinal Fluctuations of the Order Parameter in He II
near T_λ ,
Phys. Lett. A 32, 127 (1970)
- 56 P. Szépfalusy (mit H. Schmidt)
Note on Dynamical Scaling,
Phys. Lett. 32A, 326 (1970)
- 57 F. Wegner
Slater Integrals for the Wavefunctions of the Harmonic
Oscillator,
Nucl. Phys. A 141, 609 (1970)
- 58 F. Wegner (mit E. Riedel)
Dynamic Scaling Theory for Anisotropic Magnetic Systems,
Phys. Rev. Lett. 24, 730 (1970); 24, 930E (1970)
- 59 F. Wegner (mit E. Riedel)
Crossover Effects in Dynamical Critical Phenomena in MnF_2
and FeF_2 ,
Phys. Lett. 32A, 273 (1970)
- 60 F. Wegner (mit E. Riedel)
Critical Spin Dynamics, Symmetry and Conservation Laws,
Proc. of the Fordham Conference in Dynamical Aspects of
Critical Phenomena, June 1970
- 61 F. Wegner (mit E. Riedel)
Critical Phenomena in Anisotropic Magnetic Systems,
Journ. de Physique (Proc. of the 1970 International Conference
on Magnetism, Grenoble)

3. ETAT D'AVANCEMENT DES EXPERIENCES

3. a) Physique Nucléaire

1) Spectromètre pour des produits de fission non-ralentis "Lohengrin"

(E.MOLL)

Le travail du groupe de projets consistait en grande partie à superviser et à coordonner l'étude de détail et la fabrication des différentes parties du spectromètre de masse. Celles-ci sont actuellement en fabrication, certaines sont en cours de livraison.

Les essais sur maquette ont été continués. Les tensions atteintes ont été limitées non par le positionnement des électrodes, mais par la capacité des générateurs (800 kV). Actuellement on étudie l'influence de l'isolement des câbles à haute tension. (Ceux-ci augmentent l'énergie libérée par amorçage).

Parallèlement à ces travaux, la préparation des expériences a commencé, notamment :

- l'étude des systèmes automatiques pour le transport des produits de fission séparés vers les détecteurs;
- l'étude de la disposition des détecteurs pour les expériences actuellement envisagées;
- la planification de la commande de ces expériences et l'enregistrement des informations par un calculateur "on-line".

La préparation des expériences nécessite dès maintenant une coopération étroite avec les utilisateurs de ces dispositifs.

2. Spectromètre pour l'étude des électrons de conversion après la capture des neutrons (B. MAIER)

La fabrication de la partie du canal confiée aux ateliers de mécaniques du CENG est entièrement lancée. Il est prévu qu'elle soit montée avant le démarrage du réacteur. La construction des deux aimants de deviation a été confiée à Oerlikon (en juin 1970); les chambres à vide sont commandées à Leybold-Haereus (octobre 1970). Les appareils destinés à l'alimentation des aimants et des conducteurs de compensation du champ magnétique terrestre, commandés à la firme Heinziger, seront à notre disposition en mars 1971. La méthode des bobines tournantes a été retenue pour la régulation du champ magnétique, et leur construction est commencée dans les ateliers de l'I.L.L. Un montage d'essai du système optique d'observation a été réalisé et a permis une résolution meilleure que 1 mm.

Le montage de ce système optique dans le beamcatcher, ainsi que la fixation de la lunette au canal sont en cours d'étude. L'installation du vide a été entièrement fournie par la firme Alcatel, et le montage d'essais, des tests du vide et le câblage ainsi que le raccordement des tuyauteries de vide peuvent être commencés. Les essais du système de compensation du champ magnétique par conducteurs de Helmholtz ont permis un affaiblissement d'un facteur 10, ce qui devrait être suffisant pour permettre l'observation des électrons de 20 keV dans le spectromètre. Les goujons de fixation des conducteurs de compensation au fond de la piscine sont en place, et les conducteurs en aluminium sont prêts à être montés. Deux compteurs proportionnels multiples pour le système des détecteurs sont fabriqués à l'Institut de Physique Technique de la TU München et vont être fournis au cours du mois d'avril.

3) Diffractomètre γ (R. KOCH)

Suivant les principes de construction déterminés à l'Institut en 1969, la firme Neyrpic de Grenoble a terminé les études de détail et la fabrication du tube porte-source en zircaloy. Pour protéger les sources de rayonnement à étudier contre le rayonnement- β du canal en aluminium, le nez du tube de zircaloy est revêtu de graphite. La fabrication des équipements pour le canal d'irradiation a été commandée en décembre 1970.

L'étude de détail de la mécanique du spectromètre à cristal courbé, de rayon 5.8 m, et de l'interféromètre prévu pour la mesure des angles a été terminée fin 1970. On prévoit la compensation de l'oscillation du point zéro du système par une stabilisation sur une raie- γ à l'aide d'un deuxième cristal. Le cristal principal, le collimateur "Soller" et la protection de l'ancien spectromètre à cristal de Risö (Danemark) sont directement réutilisés.

Les dispositifs pour le déplacement des collimateurs "Soller" et des détecteurs pour les deux appareils de 24 m ont été terminés à la fin de l'année. La protection pour les détecteurs et les collimateurs a été étudiée et commandée à l'extérieur. Les deux cristaux (plaques de quartz) des deux spectromètres ont été fournis en automne 1970, avec une régularité exceptionnelle. Les blocs support des cristaux, dont la surface cylindrique doit servir à les courber, ont été d'abord usinés avec une précision de 0.001 mm. La finition va être faite en février 1971.

L'équipement électronique des spectromètres γ pour la commande des expériences et pour l'enregistrement des données a été largement étudié. Il est prévu une commande centrale pour les 3 spectromètres et un stockage des informations sur une bande magnétique, qui est exploitée à la fin d'une mesure par un puissant calculateur.

3. b)

Diffusion inélastique

Sept appareils pour la diffusion inélastique neutronique sont en construction.

Nous donnons ci-dessous un aperçu de l'état d'avancement des différents spectromètres.

Etat d'avancement du spectromètre à 3 axes à la source chaude, IN 1
(Tocchetti)

La partie monochromatique est en construction chez la firme Ateliers et Chantiers de Bretagne (Nantes).

Cette partie comprend :

- une table de 2,25 x 1,51 m pour la translation du cristal.
Précision de positionnement : 0,1 mm. La même firme fabrique aussi 4 supports de cristal avec un axe de rotation vertical et deux horizontaux (angles d'Euler). Précision de 0,01°.
- le reste de l'appareil a fait l'objet d'un appel d'offre le 27.10.70.

Cette partie comprend: 1) un tambour beam-catcher. L'axe de rotation de l'ensemble est identique à l'axe de l'échantillon. Cette rotation définit un angle de réflexion du monochromateur compris entre 23° et 50°, avec une précision de 0,01°.

2) deux blocs cylindriques analyseur-compteur tournent sur le même rail que le beam-catcher. Le rail couvre un angle de 200°. Les moteurs sont de type pas-à-pas sauf pour l'entraînement du beam-catcher. Des codeurs contrôlent tous les déplacements, sauf les angles d'Euler.

Le service d'électronique de l'Institut met au point des compteurs à He^3 , prévus pour cette expérience.

Le département de métallurgie du C.E.N.G. est chargé des cristaux de Beryllium (monochromateur, analyseur). Jusqu'à présent, ces efforts ont donné de faibles résultats. D'autres recherches seront faites.

Des programmes pour l'optimisation des expériences ont été étudiés.

Etat d'avancement du spectromètre à 3 axes IN 2 (Düsing)

1. Mécanique

1.1. Monochromateur

Suite à un appel d'offre aux industries allemande et française, la construction du monochromateur a été confiée le 25.2.70 à a.c.b., Nantes. Le monochromateur doit être monté dans le réacteur en mai 1971; le test in situ doit être terminé début juillet 1971.

4 jeux de cristaux monochromateurs (cristaux mosaïques Cu et Zn) ont été achetés.

1.2. Echantillon analyseur

En 1970, conception définitive du système : Table d'échantillon sur rails, table-analyseur et table-détecteur avec coussins d'air sur "Tanzboden", bras rigides entre les tables, entraînement à la périphérie, mesure d'angle à l'axe de rotation.

Mars 1970 : Appel d'offre pour l'ensemble du système mécanique, en même temps que pour IN 3. En raison des offres insuffisantes, la Direction a décidé de faire la construction complète à l'I.L.L. et de confier à plusieurs firmes la fabrication du système.

Ont suivi des projets, des essais avec prototypes et des discussions avec des firmes sur la fabrication des pièces.

Prévisions : Avant juillet 1971, toutes les pièces du système seront prêtes (pour un seul système analyseur). Assemblage et contrôle du système avant fin septembre 1971.

1.3. Collimateurs, sélecteur de vitesse

Les premières discussions et projets concernant les collimateurs et le sélecteur de vitesse, ont eu lieu en 1970. Il semble possible de se servir dans une large mesure de constructions déjà existantes.

2. Electronique

2.1. Hardware

1970 : Définition de l'ensemble de l'électronique pour le contrôle; acquisition et sortie de données.

2^e semestre 1970 : Début des travaux au LETI pour l'électronique propre à cet appareil. Offre du LETI pour la réalisation de l'électronique promise fin novembre 1970.

Prévisions : Accord oral du LETI pour la réception de l'électronique testée in situ avant le 15.11.1971. Réalisation d'un système analyseur à cette date, prévision de passer à 4 systèmes.

2.2. Software

1970 : Définition des programmes pour la préparation et l'exécution des mesures, ainsi que pour l'acquisition et le traitement des données.

Pour cette partie du projet, aucune prévision n'a pu être donnée.

Prises de contact avec des expérimentateurs à Risø, Brookhaven et Jülich, en vue d'adopter des programmes déjà existants.

Etat d'avancement du spectromètre "Tanzboden" IN 3 (Schedler)

1. Les tables du spectromètre

En mars 1970, on a lancé un appel d'offre à des firmes françaises et allemandes pour la réalisation des tables de spectromètre. Les offres n'étant pas satisfaisantes, il a été décidé de construire les tables à l'I.L.L. et de les faire réaliser par différentes firmes.

Le comportement mécanique des tables glissant sur coussins d'air a été étudié sur un prototype, et un profil approprié a été trouvé pour les pieds de table, après plusieurs essais. Des dalles posées de façon habituelle mais très soigneusement, peuvent constituer le sol du spectromètre.

Pour la construction du spectromètre, la partie inférieure d'une table jusqu'au système de positionnement optique, peut être réalisée avec une précision moyenne, mais la partie supérieure doit permettre de régler les angles de cristaux à $1/100^\circ$ près.

2. Le positionnement

Il a été décidé de régler les angles du cristal à l'aide d'une lunette auto-collimatrice et de commander le positionnement des tables par un asservissement. L'électronique doit être réalisée à l'I.L.L. A l'aide de simples appareils optiques et d'un échantillon de l'électronique de l'asservissement, on a étudié cette méthode de positionnement en liaison avec le prototype "Tanzboden".

3. Le sélecteur de vitesse

Un sélecteur de vitesse a été conçu pour les longueurs d'onde $\lambda \geq 1.5 \text{ \AA}$ et $\lambda_0 \geq 3 \text{ \AA}$ et a été en partie déjà commandé.

4. Electronique

Hardware :

Le LETI a fait une proposition pour l'ensemble du système de contrôle. Il a été ensuite décidé de faire réaliser l'électronique de contrôle, liée au calculateur de processus par le LETI et l'électronique de l'asservissement par l'I.L.L. La proposition du LETI à ce sujet a été en principe acceptée mais des détails restent encore à définir.

Software :

Des programmes pour la préparation et la réalisation optimale d'expériences ont été discutés mais pas encore vraiment élaborés.

Etat d'avancement du spectromètre à cristal tournant IN 4

(Karlsruhe)

- 1) Un projet pour la cage de protection a été mis à l'étude et des appels d'offre ont été lancés.
- 2) Le projet d'un spectromètre secondaire a été achevé. Sa construction se poursuit. Pour éviter la diffusion des neutrons dans l'air, nous avons prévu des caissons ségmentaires remplis d'hélium. La plage angulaire du spectromètre s'étend actuellement de -3° à $+158^\circ$. La moitié de cette plage peut être recouverte de 17 bancs constitués de 12 compteurs, avec une résolution angulaire excellente. Des appels d'offre ont été lancés pour la fabrication du spectromètre secondaire.
- 3) Les tests sur les compteurs sont presque terminés. Les détecteurs de la firme Reuter Stokes se sont révélés particulièrement appropriés, en raison des propriétés suivantes (expériences avec faibles intensités neutroniques) :
 - Faible bruit de fond, qui reste constant au cours de longues périodes de mesure.
 - Faible voltage de service.
 - Les caractéristiques des compteurs varient peu de l'un à l'autre.
- 4) Les possibilités du spectromètre ont été largement augmentées par le dispositif du double monochromateur. Pour étudier les problèmes dus à cela, on a commencé les premiers essais d'un double-monochromateur à cristal tournant.

Etat d'avancement du "Multichopper" IN5 (Douchin)

Fixation des paramètres du spectromètre. Réalisation par la S^{té} Bertin du prototype des choppers; mais la machine n'est pas encore assemblée. Un retard de 2 mois est dû à l'augmentation d'épaisseur des disques, qui a été contrôlée à Jülich.

Réalisation par Euratom du prototype du système de commande des choppers (contrôle de phases). Le prototype n'a pas encore été livré à la S^{té} Bertin.

Etude à l'I.L.L. sur l'implantation entre les choppers de guides de neutrons, avantageux pour les neutrons froids. La fabrication a été repoussée pour permettre la synchronisation avec les autres projets sur guides. Essais sur compteurs à He^3 à la pile Mélusine et réalisation du prototype amplificateur-discriminateur.

Etude de plusieurs projets d'expérience :

- 1) Focalisation en temps de vol pour mesurer la vitesse du son de phonons à faible énergie. Le projet est remis, faute de filtrage efficace de la composante élastique.
- 2) Mesure du spectre de phonons à l'aide de la diffusion incohérente de neutrons polarisés. L'analyseur serait une cible de protons polarisés.

Prévisions pour 1971 :

- 1) Livraison et mise au point des 4 choppers et du système de contrôle de phase.

- 2) Test du cryostat d'échantillon et réalisation de la première expérience.
- 3) Etude et réalisation du système de protection et de déplacement des compteurs avec base de temps de vol variable de 2 à 8 m et possibilité du back-scattering.
- 4) Etude et réalisation de l'électronique de liaison (hardware) au calculateur TR 86 et du software correspondant.
- 5) Fabrication et mise en place des guides.

Etat d'avancement du spectromètre à 3 axes IN6 (Marx)

- 1) Comparaison d'intensité entre différents spectromètres (3 spectromètres différents à cristal tournant, 2 spectromètres à 3 axes). Le choix s'est porté sur un spectromètre à 3 axes, avec des cristaux parfaits courbés thermiquement.
- 2) Focalisation : Etude théorique des possibilités d'une focalisation dans l'espace réciproque avec des rayons de courbure et une géométrie variables ("Tanzboden") particulièrement dans le cas de courbes de dispersion horizontales ($\text{grad}_k \omega(\vec{x}) = 0$, branches optiques).
- 3) Réalisation : décidée par le Conseil Scientifique le 9/10/1970.
- 4) Essais préliminaires de courbure thermique des cristaux et études de ces derniers avec rayons γ (Ca F_2 , Cu CO_3).

Prévisions pour 1971 :

- 1) Définition de la géométrie de l'appareil en même temps que celle des deux autres spectromètres sur le faisceau H3.
- 2) Description de l'appareil et de ses possibilités, également avec des cristaux plans.
- 3) Elaboration d'un programme de mesures à effectuer.
- 4) Formation d'une commission pour discuter des propositions.
- 5) Construction complète comprenant protection, appels d'offre et fabrication.

Etat d'avancement du spectromètre à 3 axes pour neutrons
polarisés D 5 (Tasset)

1) Mécanique : gros oeuvre

Suite à une analyse d'appel d'offres (Juin 1970), il est apparu que la mise en porte-à-faux de l'appareil sur la protection tournante était trop onéreuse.

Les frais se sont trouvés réduits avec un 2^e projet, où le porte-a-faux était supprimé et la protection composée de différents matériaux.

2) Mécanique : Dispositifs complémentaires

La tête goniométrique, les aimants permanents, les électro-aimants et les guides magnétiques ont été définis. Le canal magnétique à haute homogénéité qui doit recevoir la bobine de flipping, a fait en particulier l'objet de discussions entre la SERMAG et nous-mêmes.

3) Electronique

Nous avons procédé à une définition détaillée des différents éléments électroniques standard nécessaires avec LETI. Pour le générateur de flipping, on a procédé, à notre demande, à de légères modifications.

4) Programmation

Sur la base des éléments de programmation fournis par le LETI, nous avons pu définir une partie du travail nécessaire.

5) Cryogénie

Nous avons besoin d'un cryostat classique à He^4 . Une étude a été faite en vue d'un cryostat à température variable de 4°K à la température ambiante.

6) Essais expérimentaux

Un montage expérimental sur le diffractomètre DN2 nous a permis de vérifier que la rotation adiabatique du plan de polarisation des neutrons, se fait sans problèmes et sans aucune dépolarisation.

3. c) DIFFRACTION ET DIFFUSION AUX PETITS ANGLES

D1B - Spectromètre à poudre avec multi-détecteur (CENG)

La construction de ce spectromètre ne sera probablement pas terminée avant Septembre 1972.

La partie mécanique du multi-détecteur est partiellement arrêtée. En ce qui concerne la construction définitive, on attend les résultats des expériences de diffusion de neutrons qui sont en cours. La protection n'est pas encore mise au point; elle sera élaborée en détail après l'obtention de résultats d'expériences en cours.

L'électronique est en principe définie. Des changements moins importants pourront être effectués à la suite de ces expériences.

La question de la programmation qui est un vaste problème, n'a pas encore pu être entièrement résolue, notamment en ce qui concerne la production des basses températures.

Des détails concernant les cryostats et les électro-aimants ne pourront être définis que lorsque les expériences relatives à la diffusion des neutrons seront terminées avec de nouveaux types de cryostats.

D2 - Spectromètre à deux axes pour l'étude des problèmes magnétiques (CENG)

Les parties mécaniques du spectromètre dont l'achèvement est prévu pour septembre 1971, sont actuellement en fabrication.

L'étude de la construction définitive du support mobile du spectromètre a été terminée le 15 Février 1971.

La construction de l'ensemble "monochromateur" est terminée.

La partie "hardware" de l'électronique a pu être entièrement définie; la programmation est en cours d'étude. Il ne se pose pas de problème majeur.

Cependant l'alimentation de l'échantillon aux basses températures et la réalisation du champ magnétique par des bobines supraconductrices restent à résoudre. La situation actuelle relative au personnel rend l'étude de ces problèmes impossible pour l'instant et il est souhaitable qu'une solution y soit apportée le plus tôt possible.

D6 - Spectromètre "Igel" (Hérisson) (B.KLAR)

La mécanique de cet appareil a été terminée le 25 Janvier 1971, avec un retard de sept mois. Le berceau Euler qui en fait partie est en cours de fabrication et sera livré fin Février.

L'électronique de commande et les détecteurs BF_3 sont prêts depuis Septembre 1970. La programmation de la commande nécessaire a été achevée pour la plus grande part.

Pour les premières mesures avec ce spectromètre, trois structures de cristaux ont été proposées. Des travaux préparatoires, par exemple la production de mono-cristaux plus grands, sont menés en parallèle sur les trois substances. A une date ultérieure, l'un de ces mono-cristaux sera définitivement choisi pour l'expérience.

D7 - Spectromètre à diffusion de neutrons

Depuis Novembre 1970, W. Just est chargé de la direction de ce projet.

Les principes pour la construction de l'appareil ont été définis. L'étude des détails est en cours. Elle concerne en particulier la possibilité d'utiliser des neutrons polarisés.

Voici les caractéristiques essentielles de cet appareil:

Son utilisation est prévue pour des longueurs d'ondes de 3 Å à 6 Å. La résolution sur k et la résolution "time-of-flight" sont petites. L'enregistrement des neutrons diffusés est assuré par un dispositif de multi-détecteur. L'appareil doit fournir des taux d'impulsions élevé avec un rapport "signal sur bruit" extrêmement petit.

On s'accorde pour penser que ce spectromètre permettra l'étude de nombreux problèmes relatifs aux défauts magnétiques ou non-magnétiques.

D8 - Diffractomètre à quatre cercles

La partie principale de ce spectromètre concerne un appareil "Hilger et Watts" avec berceau d'Euler "à cercle entier". Actuellement cet appareil travaille régulièrement dans le réacteur Siloé(Grenoble).

Mis à part quelques détails, l'étude des constructions mécaniques nécessaires pour le montage adapté au RHF (support, protection etc.) est terminée. La réalisation est prévue pour le mois de Septembre 1971.

L'électronique "interface" CAMAC-Ferranti sera mise au point définitivement en Février 1971. Les programmes pour la commande automatique du spectromètre sont disponibles.

D9 - Spectromètre à quatre cercles, adapté à la source
chaude (A.TIPPE)

La construction du spectromètre D9 a été décidée lors de la réunion du Conseil Scientifique du 9 Octobre 1970.

Cet appareil est en premier lieu destiné pour l'étude de la diffusion anormale des neutrons thermiques sur Sm^{149} et Cd^{113} et pour la détermination des phases des facteurs de structures. Comme les énergies de résonance de ces isotopes sont voisines de 98 meV ou de 178 meV, on utilisera un canal (H3) situé sur la source chaude du RHF. Les spécifications mécaniques et physiques de cet appareil ont été déterminées en grande partie avant la fin de l'année. La longueur d'onde des neutrons du faisceau incident sera réglable de façon continue entre 0.6 Å et 1.1 Å. Pour des raisons d'encombrement, cet appareil fonctionnera dans un plan vertical. Le monochromateur sera protégé par un bassin d'eau, ce qui permet une construction simple pour la variation d'énergie primaire des neutrons.

L'échantillon est placé dans un berceau d'Euler "à cercle entier", réalisé par la firme M.A.N. Un détecteur BF_3 est prévu pour l'enregistrement des neutrons diffusés.

Les études relatives au pilotage électronique ainsi qu'aux programmes de commande ont été commencées.

D10 - Spectromètre à trois axes pour la diffusion élastique
(A.TIPPE)

L'étude en détail du spectromètre est actuellement terminée. Après que le fonctionnement mécanique des tables du "Tanzboden" ait été testé avec succès sur deux prototypes, les constituants du spectromètre ont été commandés.

L'étude de la table "échantillon" a été généralisée de façon à rendre l'appareil utilisable (sans analyseur) comme diffractomètre conventionnel à quatre cercles.

Le berceau d'Euler "à cercle entier" pour les échantillons sera réalisé par la firme M.A.N. en Février 1971. Un cryostat à évaporation pour le berceau d'Euler, qui a été conçu en collaboration avec le laboratoire des basses températures du CENG, est actuellement en fabrication. Les premiers essais sont prévus pour la fin Février 1971. Des études sur différents cristaux pour le monochromateur et l'analyseur ont été faites au moyen du spectromètre gamma pour déterminer la mosaïque et la déformation thermique.

Les cristaux naturels CaCO_3 répondent aux exigences de largeur de mosaïque qui sont imposées pour une haute résolution en énergie du spectromètre ($\Delta\kappa/\kappa \approx 10^{-3}$).

Des expériences pour l'étude de la déformation thermique avec des mono-cristaux (CaF_2) n'ont pas encore apporté des résultats quantitativement satisfaisants. De nombreuses études sont faites sur ce problème avec des méthodes différentes.

Pour les premières expériences avec ce spectromètre (planning provisoire: Avril 1972) il est prévu d'étudier la diffusion thermique de Hexaméthylentétramin.

Ces expériences sont en même temps considérées comme épreuves pour ce spectromètre; en effet, les résultats doivent être comparables à ceux qui ont déjà été publiés par Duckworth, Willis et Pawley, Acta Cryst. 1970.

D11 - Diffraction aux petits angles (K. IBEL)

Auprès du centre nucléaire de Jülich, une partie du parcours de sélection (guide de neutrons en verre) a été montée pour tester la construction. Cette installation a permis d'effectuer les premiers essais en début de 1971. Ces essais se sont terminés avec succès au début de l'année 1971. L'étude du sélecteur de vitesse a été terminée. Cette partie du spectromètre est en fabrication et devra être mise à la disposition de l'ILL en octobre 1971. L'étude de la disposition du cristal-monochromateur et de l'obturateur du faisceau a été terminée de manière à ce que l'étude de détail puisse être entreprise début 1971.

Le système de pompage pour la réalisation du vide a été mis au point en collaboration avec la firme ALCATEL.

L'ensemble multi-détecteur avec son électronique est presque terminé. On a alors pris en considération une proposition d'accroissement des possibilités avec réduction du nombre des canaux.

L'étude préliminaire des programmes adaptés au calculateur pour l'exploitation des résultats a été commencée.

En collaboration avec T. Springer et M. Roth, des propositions pour les premières expériences ont été faites. D'une part, il s'agit d'une étude relative aux défauts de structure et à la séparation du Mg dans un échantillon d'aluminium; d'autre part, d'une série de mesures sur l'opalescence critique dans NH_4Cl .

D12 - La "méthode Laue modifiée" avec enregistrement photographique des neutrons diffusés (P.THOMAS)

Pour l'étude des cristaux monochromateurs ainsi que de différents autres cristaux utilisables, un équipement de mesure a été réalisé auprès du réacteur Mélusine. Pour cela, on a mis en place un canal et monté un spectromètre à deux axes, pour lequel les distances entre monochromateur et échantillon étaient variables.

Des plaques de cuivre courbées plastiquement à la température ambiante et des systèmes lamellés de cristaux d'aluminium ont été examinés en vue de leur utilisation comme monochromateur. Avec les plaques de Cu les résultats ont été satisfaisants ($\Delta\lambda/\lambda \approx 0.1$; foyer: 4 x 4 mm). Pour la gamme des longueurs d'ondes considérés, l'intensité varie à peu près de 30 %; par contre les ensembles avec l'aluminium n'ont pas encore donné des résultats satisfaisants. Les segments montraient en effet des courbures dans le plan du réseau. Les expériences seront étendues aux cristaux de Bismuth. Par ailleurs, la courbure plastique sera examinée aux températures proches de la température de fusion.

Avec un cristal de cuivre courbé comme monochromateur et un cristal KCl comme échantillon, on a effectué des enregistrements photographiques selon la "méthode Laue", à l'aide des convertisseurs $\text{Li}^6\text{F-ZnS/Ag}$ commercialisés. La construction de nouveaux convertisseurs est en cours d'étude. Des programmes adaptés au calculateur pour l'exploitation des résultats obtenus selon cette méthode ont été étudiés et testés.

"Time-of-flight"-Spectromètre pour diffusion élastique
de neutrons (JULIUS SCHNEIDER)

L'étude de détail du spectromètre "time-of-flight" a été terminée et ses caractéristiques fixées. La fabrication a été commandée à l'extérieur.

Le chopper 1 est entraîné par un moteur synchrone tournant à 6000 t/min. Le disque ($\varnothing$ 50 cm) est couvert d'une couche de B_4C afin de réduire le rayonnement gamma de capture.

Le chopper 2 est entraîné par un moteur synchrone tournant à 3000 t/min. Le disque ($\varnothing$ 96 cm) comporte des unités de protection de Gd_2O_3 réparties de façon pseudostatistique.

Pour les expériences préliminaires il est prévu un ensemble de détecteurs avec deux ou trois tubes compteurs He^3 posés verticalement. Les distances de vol sont: $\ell_1 = 3m$ entre chopper 1 et chopper 2 qui est près de l'échantillon, et $\ell_2 = 1,5 m$ entre échantillon et détecteur.

La résolution dans l'espace réciproque est de $0.05 \text{ \AA}^{-1}$ à $2 \text{ \AA}^{-1}$ pour des transferts d'impulsions de $0.5 \text{ \AA}^{-1}$ jusqu'à $11 \text{ \AA}^{-1}$, correspondant à une résolution en énergie de 10-20 %.

L'électronique pour la commande des canaux d'analyse a été réalisée et éprouvée à l'aide d'un simple dispositif pour la simulation de la diffusion élastique de neutrons.

4.

ADMINISTRATION

Au cours de l'année 1970, le personnel de l'I.L.L. a plus que doublé; le nombre des agents est passé de 106 (dont 13 à Garching) à 216 (dont 9 à Garching).

Sur ces 216 agents, 27 travaillent au Groupe Physique Théorique, 106 sont occupés en tant que responsables à des projets particuliers ou dans le cadre des services scientifiques (construction, électronique, traitement de l'information), à la construction de dispositifs expérimentaux et à la préparation d'expériences; le Groupe Réacteur a 34 collaborateurs; les 49 autres agents travaillent dans les Services Techniques, les Services Généraux ou bien les Services Administratifs.

La répartition par nationalité est la suivante:

	Français	Allemands	Divers	Total
Cadres	36	35	10	81
Boursiers-Thèse	15	6	3	24
Chercheurs-invités	3	2	6	11
Divers	87	11	2	100
	141	54	21	216

Il ressort de ces chiffres que l'I.L.L. continue à avoir des difficultés pour le recrutement du personnel allemand de niveau non universitaire. La raison en est qu'en général ouvriers, employés de laboratoires, programmeurs, techniciens et ingénieurs non diplômés ont peu de connaissances d'une langue étrangère et rencontrent de ce fait de plus grandes difficultés d'adaptation. Le principal obstacle est cependant que cette catégorie de personnel, selon la grille I.L.L., ne peut percevoir des rémunérations aussi élevées qu'en République Fédérale allemande. Les règlements concernant les indemnités adoptés par le Comité de Direction lors de sa 8ème réunion du 14 avril 1970 sont donc insuffisants et nécessitent une amélioration.

Malgré les complications entraînées par l'introduction de ces règlements pour la mise en paiement des rémunérations, le passage du calcul et du versement des salaires au système mécanographique Gamma 30 a pu être achevé.

Une charge importante résulte pour l'I.L.L. du fait que ce dernier agit en tant qu'agent de liaison de la sécurité sociale française et d'autre part que le remboursement complémentaire aux frais de maladie accordé dans le cadre de la mutuelle est calculé par ses propres services sur la base des règles du C.E.A. et effectué sur ses propres moyens financiers. L'I.L.L., en raison, en particulier, de la présence d'agents étrangers, ne pourra renoncer tout à fait à aider ses agents à faire valoir leurs droits auprès des organes de la Sécurité Sociale. Nous nous efforçons cependant actuellement de rationaliser le travail lié à cette mission et de rattacher l'I.L.L. à une organisation régionale pour les prestations de la mutuelle.

Pour ces questions, le bureau du personnel travaille en étroite collaboration avec les représentants du personnel. Les délégués du personnel ont été élus pour la première fois en 1970; avec l'accord de l'Inspecteur du travail ils agissent également en tant que membres du Comité d'Entreprise. Cet organe sera élu pour la première fois en 1971 dès que l'I.L.L. sera organisé du point de vue syndical. En raison du rôle particulier des syndicats lors de l'établissement des listes de candidats, le personnel de l'I.L.L. s'efforce, afin de faciliter la participation des agents allemands, de constituer un syndicat I.L.L. autonome.

Ce ne sont pas seulement les problèmes de mutuelle qui sont examinés avec les délégués du personnel mais l'ensemble du programme des "oeuvres sociales", c'est-à-dire les possibilités d'emploi des 3 % de la somme salariale versée par l'I.L.L. à ce titre.

La contribution due au titre des 1 % d'aide au logement a été virée comme l'année dernière au C.I.L.A.F. qui, en contrepartie, met à la disposition de notre personnel des logements à loyer modéré.

Dans le domaine financier, l'adaptation de la comptabilité au système mécanographique Gamma 30 du C.E.N.G. s'est poursuivie. Le Service financier a élaboré des règlements internes concernant la passation des commandes et la procédure de règlements de l'I.L.L. sur la base du règlement budgétaire adopté par le Comité de Direction lors de sa dernière réunion du 21 octobre 1971. Une comptabilité analytique n'est pas encore mise au point; il est cependant possible de ventiler tous les frais directs de personnel et de matériel selon les différents domaines et projets.

La collaboration de l'I.L.L. avec le C.E.N.G. et la GfK est particulièrement étroite pour toutes les questions concernant les achats. Le service Achats de l'Institut effectue, en contact étroit avec le personnel scientifique et technique, des analyses de marché et prépare les commandes de telle sorte que le service Achat du C.E.N.G. puisse les passer immédiatement. L'I.L.L. utilise la connaissance du marché dont dispose le C.E.N.G. et profite de ses conditions de prix; en contrepartie, il vient en aide au C.E.N.G. pour ses achats en République fédérale. Lors de commandes importantes auprès de fournisseurs allemands, l'I.L.L. fait appel au service Achat de la GfK.

5. SERVICES TECHNIQUES

1. Construction de l'Institut

Avec un peu de retard sur les plannings, le bâtiment principal dit "bureaux-laboratoires" a été livré aux utilisateurs à la fin de l'année 1970. On termine actuellement les travaux de finition et on commence les aménagements spécifiques comme ceux des laboratoires.

La construction des deux bâtiments annexes a été commencée. Leur livraison est prévue:

- pour le "bâtiment informatique" qui regroupera les calculateurs de processus et le calcul scientifique, en Juin 1971;
- pour le "bâtiment conduits de neutrons" en Septembre 1971.

2. Service Techniques

Ils se développent en effectifs et en équipements au rythme des besoins de l'assistance technique demandée par les chercheurs. Ils se composent des groupes suivants:

2.1. Electronique (7 ingénieurs et 7 techniciens)

Il assure les missions suivantes:

- Aide aux physiciens pour résoudre leurs problèmes électroniques de tous les jours: Ceci concerne la réalisation et la mise au point de sept expériences (diffractomètre gamma, diffusion de la lumière, miroirs optiques, effet Mössbauer, spectromètre à temps de vol, diffractomètre à neutrons au réacteur Mélusine (CENG), contrôle optique des spectromètres "Tanzboden").
- Développement des électroniques destinées aux expériences du RHF: En liaison avec le LETI (CENG), le laboratoire d'électronique LEM (GfK Karlsruhe) et le groupe d'électronique de l'IAK (GfK), on a élaboré les spécifications et défini les moyens de réalisation pour dix expériences. Un souci particulier a été apporté aux problèmes de standardisation du matériel (chassis CAMAC, moteurs, codeurs, détecteurs, chaînes de comptage etc.).

Pour cinq autres expériences, le développement est entièrement assuré par ce groupe.

- Choix des éléments électroniques pouvant être fournis par l'industrie. Ce choix a nécessité l'étude technique et économique du marché et des tests de performance et de fiabilité sur des prototypes.
- Réalisation de nouveaux appareillages, en particulier de détecteurs plats et de multidétecteurs avec leurs électroniques associées.
- Mise en service d'un laboratoire d'électronique de 120 m² avec le matériel correspondant (tables de travail, appareils de mesure et de test, stock de composants, appareils à prêter, documentation technique).

2.2. Informatique (6 ingénieurs et 3 techniciens)

Pendant l'année 1970, ce groupe a coordonné la réalisation et la mise au point des deux systèmes de calculateurs de processus destinés à l'acquisition des données, au traitement des informations et au contrôle des expériences. Il travaille en étroite coopération avec les physiciens.

Pour les système NICOLE, le matériel fourni par Telefunken est en cours de réception à Karlsruhe et sera installé à Grenoble en Juin 1971. Une équipe de l'ILL (un ingénieur et deux techniciens) est détachée auprès de la DVZ/GfK.

Pour le système CARINE, la plus grande partie du matériel fourni par Télémécanique est en fonctionnement au LETI (CENG) et sert à la mise au point du système. Il sera transféré en Juin 1971 à l'ILL. Une équipe de trois ingénieurs et deux techniciens est attachée à ce système.

Les stages déjà effectués chez les constructeurs des calculateurs permettront de prendre en charge les installations dans les meilleures conditions du point de vue exploitation et maintenance.

2.3. Fabrications - Hall d'essais (1 ingénieurs, 7 techniciens et 5 ouvriers)

L'atelier principal a commencé à fonctionner en avril 1970. A la fin de l'année, environ 60 % des machines outils prévues étaient en exploitation. Cet atelier assure 40 à 45 % des fabrications prises en charge directement par l'Institut, notamment celles qui présentent des difficultés particulières ou des exigences poussées. Le reste est soustraité au stade fabrication à des industriels de la région ou aux ateliers de mécanique du CENG.

Ont été réalisés en particulier:

- un prototype du spectromètre "Tanzboden"
- un interferomètre Fabry-Perrot
- un diffractomètre
- un sélecteur mécanique
- des miroirs magnétiques
- des disques pour sélecteurs de vitesse
- une centaine de petits appareillages réalisés sur demande directe des physiciens.

Le hall-d'essais des dispositifs expérimentaux abrite:

- une maquette (échelle 1) d'un canal du réacteur pour essais de montage des doigts de gant et équipements de canal;
- une cuve d'essai (échelle 1) des barres de sécurité du réacteur pour essai général avant mise en place dans le réacteur, y compris mesure des vibrations et des temps de chute.

2.4. Aménagements et entretien des bâtiments (1 technicien et 2 ouvriers)

A l'achèvement des travaux de construction, ce groupe prend en charge les installations classiques des bâtiments tels que réseaux de fluides, chauffage, ventilation, électricité, moyens de manutention, dont il assure l'exploitation et la maintenance.

Il réalise à la demande des utilisateurs les travaux d'installation des laboratoires.

2.5. Etude des dispositifs expérimentaux (1 ingénieur et 7 dessinateurs)

En liaison étroite avec les physiciens, ce groupe a étudié:

- des éléments des trois spectromètres de physique nucléaire;
- une dizaine de gros appareils pour la physique du solide dont les parties mécaniques sont actuellement en cours de fabrication dans l'industrie.

Il entreprend l'étude de l'équipement de ces appareils (électro-aimants, collimateurs, supports de cristaux etc.).

2.6. Sécurité - Radioprotection (1 ingénieur et 2 techniciens)

Sécurité générale:

Les bâtiments terminés sont équipés de réseaux de téléalarme et de moyens de lutte contre l'incendie. Le gardiennage en dehors des heures de travail est assuré depuis la fin de l'année 1970.

Les installations sont progressivement adaptées aux normes de sécurité.

Radioprotection:

On prépare actuellement les programmes de mesure et d'essais autour du réacteur et on approvisionne le matériel nécessaire; en particulier on a commencé l'équipement d'un laboratoire de comptage et de dosimétrie.

Les expériences, au fur et à mesure de leur construction, sont examinées pour évaluer les risques et étudier les moyens propres à éviter les dangers radioactifs.

6. EXPLOITATION DU RÉACTEUR

Le Service "Réacteur" a continué à se constituer en prévision du démarrage de l'installation.

Sur un total de 45 agents prévus, 37 étaient en fonction au 1/12/1970 et 41 au 1/1/1971.

Les recrutements ont été ajustés en tenant compte :

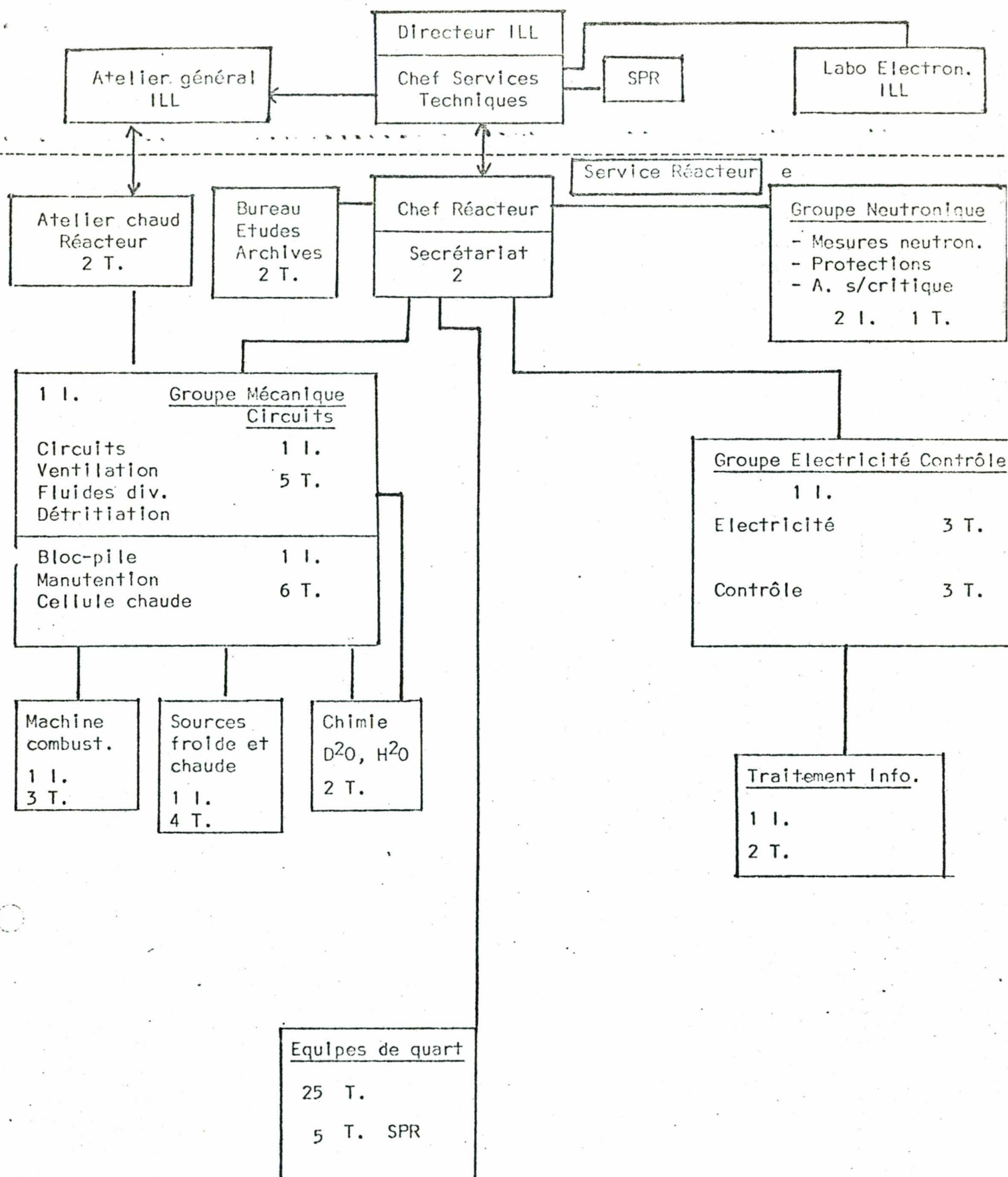
- du planning d'achèvement du réacteur,
- de l'organisation des essais,
- du temps de formation nécessaire.

La quasi-totalité de l'encadrement est maintenant en place, suivant l'organigramme ci-joint correspondant à un effectif théorique de 70 personnes.

Le personnel du Réacteur est maintenant étroitement intégré avec les équipes du Maître d'Ouvres et de l'Architecte Industriel, aussi bien pour les fins de montage que pour les essais.

Des dispositifs liés aux essais ont été réalisés et mis en oeuvre par les équipes du Réacteur : banc d'essai de barres de sécurité, banc d'essai de démontage de canaux, maquette à échelle 1/1 de la structure supérieure du bloc pile et du plongeur supportant le spectromètre à électrons de conversion.

L'équipement des différents laboratoires et ateliers attachés au Réacteur a été largement commencé : atelier chaud, laboratoire de chimie du bâtiment détritiation, laboratoires d'électricité et d'électronique. Ces équipements servent, dès maintenant, de support technique aux équipes chargées d'assurer les essais.



I = Ingénieur.

T = Technicien, dessinateur ou personnel administratif.