

Les possibilités expérimentales Généralités

Par P. AGERON *

Résumé :

Le RHF est essentiellement une source intense de neutrons thermiques pour des expériences dans le domaine de la physique du solide (y compris les applications à la chimie et à la biologie) de la physique nucléaire et éventuellement de la physique du neutron.

La plupart des expériences se font sur faisceaux sortis de neutrons. Les dispositifs intégrés au réacteur sont principalement une source de neutrons froids, une source de neutrons chauds, des canaux tangentiels, des canaux traversiers, des conduits de neutrons. Ils desservent des spectromètres de différents types. Les caractéristiques des faisceaux au point d'utilisation sont fournies, ainsi que les caractéristiques principales des différents appareils.

Summary :

The HFR is basically a strong source of thermal neutrons for experiments in the fields of solid state physics (including chemical and biological applications), nuclear physics and possibly neutron physics.

Most of the experiments are performed on extracted neutron beams. The equipment integrated to the reactor consists chiefly of a cold neutron source, a hot neutron source, tangential channels, through tubes and neutron ducts, which serve spectrometers of different types. The beam characteristics at the utilization point are given together with the main specifications of the various instruments.

Zusammenfassung :

Der HFR bildet im Wesentlichen eine intensive Quelle thermischer Neutronen für Untersuchungen im Gebiet der Festkörperphysik - verbunden mit Anwendungen in der Chemie und der Biologie -, der Kernphysik und eventuell auch der Neutronenphysik.

Die meisten Versuche werden mit austretenden Neutronenstrahlenbündeln ausgeführt. Die im Reaktor integrierten Vorrichtungen bilden hauptsächlich eine Quelle kalter Neutronen, eine Quelle heisser Neutronen, tangentielle Kanäle, Querkanäle und Neutronenleiter. Sie bedienen verschiedene Spektrometer. Es werden die Charakteristiken der Bündel am Arbeitsort, sowie die Kenndaten der verschiedenen Apparate angegeben.

I - BUT DU REACTEUR ET EXIGENCES DES DIFFERENTS TYPES D'EXPERIENCES

Le réacteur à haut flux est essentiellement une source intense de neutrons thermiques pour des expériences dans le domaine de la physique du solide (y compris des applications à la chimie et à la biologie), de la physique nucléaire et éventuellement de la physique du neutron.

La plupart de ces expériences se font sur faisceaux sortis de neutrons thermiques, aussi dépourvus que possible de neutrons rapides, intermédiaires, et de gammas. Bien que le réacteur soit une source intense de ces derniers types de rayonnement, la possibilité d'en extraire des faisceaux a été exclue. De même, toute possibilité d'installer des irradiations importantes (par exemple production importante de transuraniens) a été écartée, ceci dans le but de spécialiser le réacteur dans la production de faisceaux de neutrons thermiques aussi intenses et aussi nombreux que possible.

* Institut Max von Laue - Paul Langevin - CEDEX 156F, 38 Grenoble gare.

Les expériences de physique du solide demandent des faisceaux bien collimatés (divergence angulaire inférieure à $2,10^{-2}$ radian) de neutrons thermiques ayant des énergies comprises entre 0,5 eV et 10^{-3} eV (longueur d'onde comprise entre 0,4 et 15 Å) autant que possible dépourvus de neutrons rapides ou en ralentissement, sources de bruit de fond.

Les expériences de physique nucléaire sont de deux types :

- Expériences où la cible est placée hors pile sur un faisceau sorti aussi pur que possible, de façon à éviter les réactions à seuil ou les captures résonnantes parasites et les gammas parasites. Ces expériences n'ont pas d'exigence en ce qui concerne la divergence du faisceau ou le choix de la longueur d'onde. On cherche seulement à rendre maximal le taux de capture dans des échantillons minces, c'est-à-dire que ce qui compte c'est non pas le flux, mais le flux pondéré par la réponse d'un détecteur la plupart du temps en $1/V$,
- Expériences où la cible est placée à l'intérieur même du réacteur et où l'on extrait un faisceau du rayonnement induit par la capture (produits de fission, gammas de capture, électrons de conversion). Il est essentiel alors d'éviter la sortie de tous rayonnements autres que ceux issus de la cible, ce qui conduit notamment à supprimer ou à éloigner du flux le fond de canal.

Les éventuelles expériences de physique de neutrons se feraient dans des conditions particulièrement favorables au moyen de neutrons de très basse énergie (jusqu'à 10^{-6} ou 10^{-7} eV). Les moyens pour produire et transporter de tels neutrons, ne sont pas encore définis et ne seront pas étudiés ici.

Pour satisfaire ces différentes exigences, il a été prévu des dispositifs parmi lesquels on peut distinguer :

- Les dispositifs intégrés au réacteur, c'est-à-dire situés en totalité ou en partie dans le réacteur, et destinés à produire (modérateurs spéciaux) ou à extraire (canaux, conduits) les neutrons du réacteur.
- Les dispositifs non intégrés au réacteur, c'est-à-dire situés hors du réacteur et destinés à conditionner (monochromation, pulsation etc...) le faisceau de neutrons incident sur l'échantillon et à analyser les neutrons diffusés.

II – LES DISPOSITIFS INTEGRES AU REACTEUR

Ce sont principalement :

- Une source de neutrons froids (V_1) qui est un modérateur (25 dm^3 de deutérium liquide) à basse température (25° K). Elle augmente localement, de façon importante, le flux de neutrons thermiques pour des longueurs d'onde supérieures à 4 Å.
- Une source de neutrons chauds (V_2) qui est un modérateur (10 dm^3 de graphite) à haute température (environ 2000° K). Elle augmente localement, de façon importante, le flux de neutrons thermiques dans le domaine de longueurs d'onde compris entre 0,4 et 0,8 Å.
- Des canaux tangentiels c'est-à-dire non en vue directe du coeur du réacteur, de façon à diminuer le flux sortant de neutrons rapides (d'un facteur 10 environ en raison de leur anisotropie) et de gammas (ils se réduisent alors pratiquement aux seuls gammas de capture du fond de canal) en provenance du coeur. Il y a :
 - a) 6 canaux horizontaux : H5, H9, H10, H11, H12, H13 et 2 canaux inclinés vers le haut : IH₃, IH₄, regardant l'eau lourde ;
 - b) 3 canaux horizontaux : H₃, H₄, H₈ et 1 canal incliné vers le haut : IH₂, regardant la source chaude ;
 - c) 1 canal incliné vers le haut : IH₁, regardant la source froide.
- Des conduits de neutrons : ils utilisent la réflexion totale des neutrons, l'angle de réflexion totale étant proportionnel à la longueur d'onde des neutrons ; par exemple, γ_C (radian) = $1,73 \cdot 10^{-3} \lambda$ (Å) pour le nickel. Courbés, ils permettent d'éliminer presque totalement les neutrons en ralentissement et les gammas provenant de la source. Il est prévu :
 - 5 conduits : H₁₄, H₁₅, H₁₆, H₁₇, H₁₈, regardant la source froide ;
 - 5 conduits : H₂₁, H₂₂, H₂₃, H₂₄, H₂₅, regardant l'eau lourde.

Les caractéristiques des différents canaux et conduits sont indiquées dans le tableau I.

TABLEAU I

Caractéristiques des faisceaux au point d'utilisation

Type de canal						Flux thermique	Flux (1) de capture	Flux épithermique	Flux rapide	Flux gamma
						n/cm ² /s				mrem/h
Canal tangentiel point d'utilisation à 5 m du fond du canal	Visant l'eau lourde (section 80 cm ²)					2,5.10 ¹⁰	2,2.10 ¹⁰	2.10 ⁹	3,8.10 ⁷	} 3.10 ⁶
	Visant la source froide (section 80 cm ²)					1,6.10 ¹⁰	3,9.10 ¹⁰			
	Visant la source chaude (section 100 cm ²)							4,8.10 ⁸	2,6.10 ⁷	
	N°	longueur (m)	L ₁ (m) (2)	R (m) (3)	λ (Å) (4)					
Conduits de neutrons thermiques	H ₂₁ H ₂₂	87	79,1	27000	0,88	2,4.10 ⁹	3.10 ⁹	3	1	100 à 10 cm
	H ₂₃	82	68,3	20000	1	2,2.10 ⁹		5	1,5	10 à
	H ₂₄	72	57,5	14000	1,22	2,1.10 ⁹		12	3	1 m
	H ₂₅	52	45	9000	1,52	1,8.10 ⁹	2,7.10 ⁹	30	8	
Conduits de neutrons froids	H ₁₄ H ₁₅ H ₁₆	27 55 27	25,5	2700	2,78	1,4.10 ¹⁰	7,3.10 ¹⁰	12	5	500 à 10 cm
	H ₁₇	16	6	150	11,8	5,5.10 ⁹		0,003	0,001	50 à
	H ₁₈	10	2,5	25	29	1,3.10 ⁹	1,3.10 ¹⁰	0,2	0,08	1 m

(1) Flux de capture = $\int \varphi(\lambda) \times \frac{\lambda}{\lambda_{(2200\text{ m})}} d\lambda$

- (2) Longueur minimale de vue directe
- (3) Rayon de courbure
- (4) Longueur d'onde caractéristique

- Des canaux traversiers : Il est prévu :

- a) un tube traversier horizontal, avec une sortie de faisceau à chaque bout : H₆-H₇ :
- b) un tube semi-traversier presque vertical : V₃, avec une sortie de faisceau uniquement vers le haut, le bas du canal étant bouché, mais situé au-delà du réflecteur d'eau lourde, à une distance suffisante pour qu'il constitue une source tolérable. Un autre tube vertical, donnant à l'ensemble du canal une

forme de "Y" permet l'introduction de cibles par une voie différente de celle servant à la sortie du faisceau.

- Des tubes pneumatiques et d'irradiation. Par ailleurs, il est prévu diverses positions d'irradiation de faible section, d'accès vertical, avec transfert des échantillons soit mécanique : V₄, soit pneumatique : V₅ V₆ et V₃.

Leurs caractéristiques sont résumées dans le tableau II.

TABLEAU II

Positions et types des dispositifs d'irradiations

	Distance à l'axe du coeur (cm)	Flux thermique (n/cm ² /s)	Flux rapide phosphore (n/cm ² /s)	Rapport th/rap	Echauffement nucléaire (W/g)	Type et temps de transfert	Temps d'irradiation	Echantillon Poids (g) Section efficace (barn)	Cartouche Matière et poids Diamètre φ (mm) Longueur L (mm)
Hors du réflecteur d'eau lourde	130 V ₃	5 x 10 ¹³	5 x 10 ⁸	10 ⁵	① 0,08 ② 0,02 0,10	Pneumatique direct long 20 à 30 s	20 s	1 g 1 b	Environ 15 g de polyéthylène φ = 36 (53 avec centreurs) Tube de 55/60 L = 100
Dans le réflecteur d'eau lourde	100 V ₅	2,5 x 10 ¹⁴	10 ¹⁰	2,5 x 10 ⁴	① 0,04 ② 0,10 0,14	Pneumatique direct long 20 à 30 s	20 s	1 g 1 b	
	80 V ₄	5 x 10 ¹⁴	8 x 10 ¹⁰	6 x 10 ³	① 0,1 ② 0,2 0,3	Indirect (Château de Plomb)	1 cycle (40 jours)	plusieurs g. 1 b	Environ 20 g Al φ = 25 mm L = 80 mm
	35 V ₆	1,5 x 10 ¹⁵	2 x 10 ¹³	75	① 2,4 ② 0,6 3,0	Pneumatique direct court 2 à 3 s		quelques milli-grammes	Inférieure à 20 g Al φ ≤ 20 mm

- ① Chauffage gamma dû au coeur et à la cuve
② Estimation du chauffage gamma sur l'échantillon dû aux captures dans le dispositif même.

La figure 1 donne la configuration des différents canaux et indique notamment la distance de leur "nez" à l'axe du réacteur.

La figure 2' donne, en fonction de la distance à l'axe du réacteur, dans le plan médian du coeur :

- le flux de neutrons thermiques
- le flux de neutrons rapides (E > 1 MeV)
- le flux de neutrons épithermiques
- l'échauffement dû aux gammas du coeur et des structures.

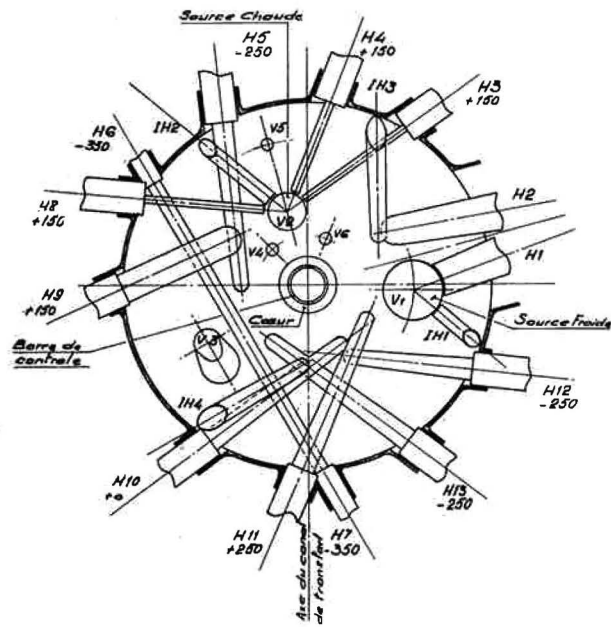


Fig. 1. - Disposition des canaux dans le réflecteur

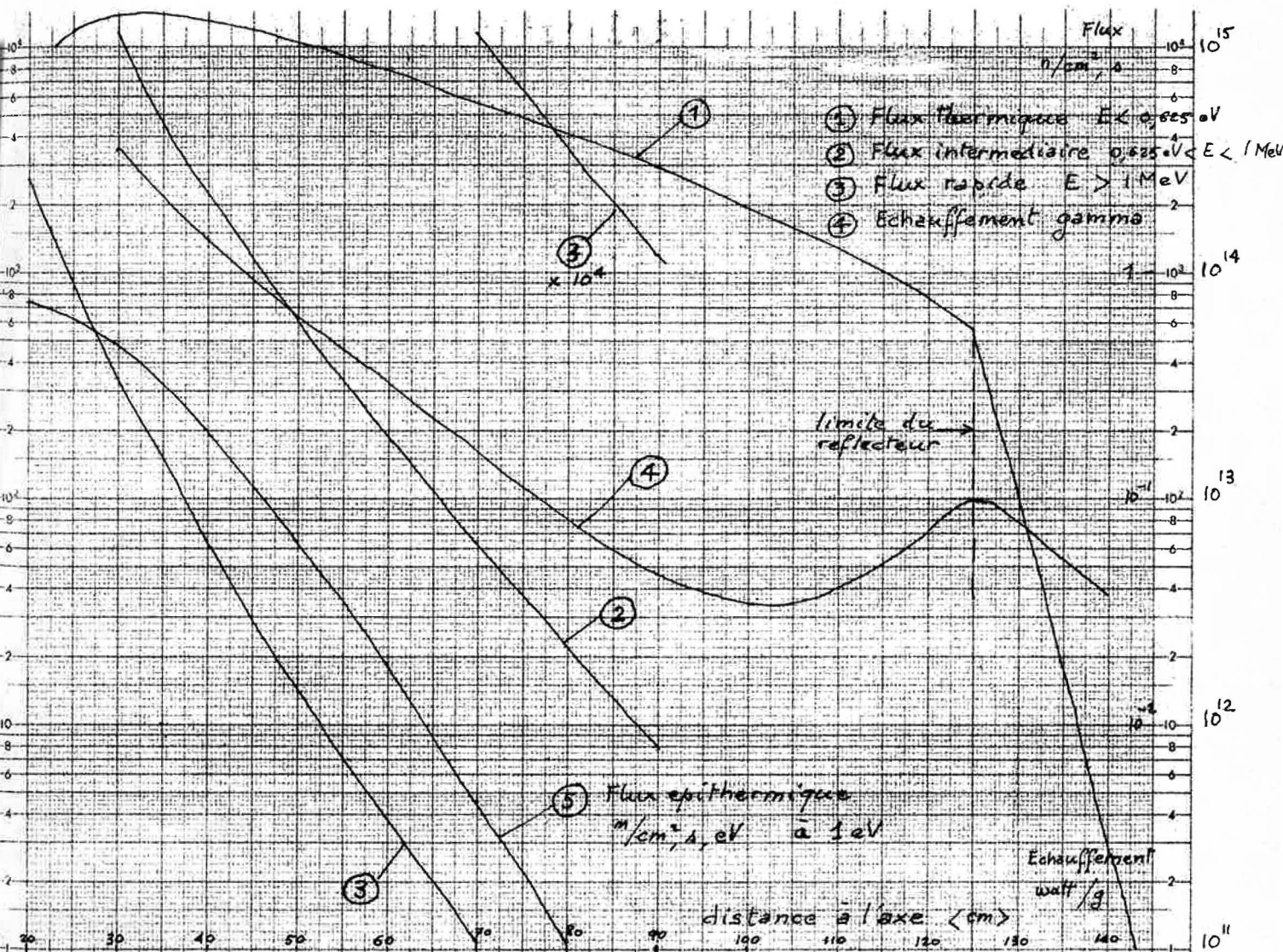


Fig. 2. - Les différents flux, dans le plan médian, en fonction de la distance au coeur

La figure 3 indique les spectres des neutrons thermiques sortant en direction du canal, respectivement :

- de la source chaude
- de l'eau lourde à 45 cm de l'axe réacteur
- de la source froide

La figure 4 indique le spectre des neutrons rapides et épithermiques sortant en direction d'un canal tangentiel à 45 cm de l'axe réacteur.

La figure 5 indique les spectres des neutrons thermiques à la sortie des différents canaux et conduits.

La figure 6 montre la forme des canaux tangentiels ainsi que les différents types de bouchons qui les équipent.

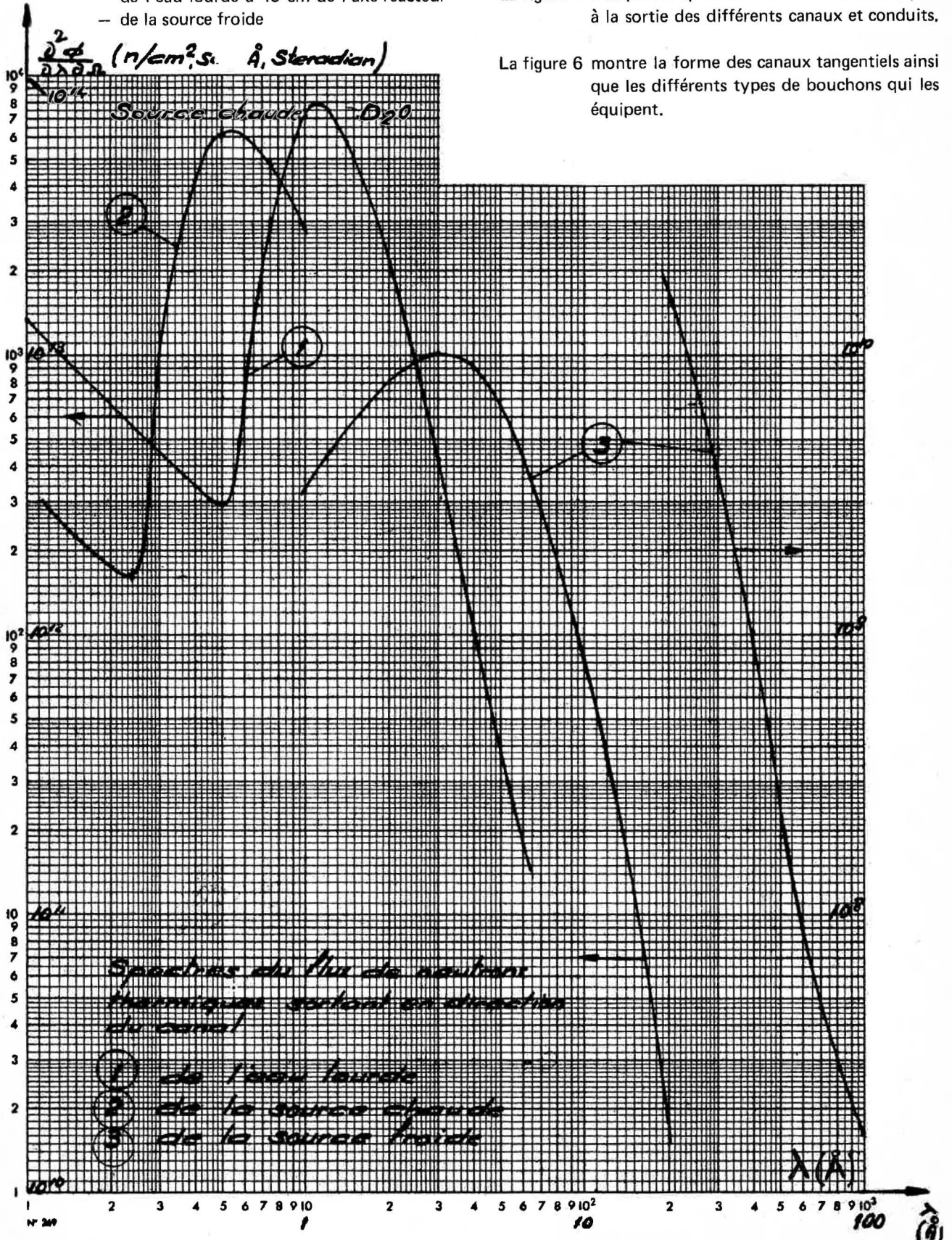


Fig. 3. - Spectres des neutrons thermiques sortant dans la direction d'un canal

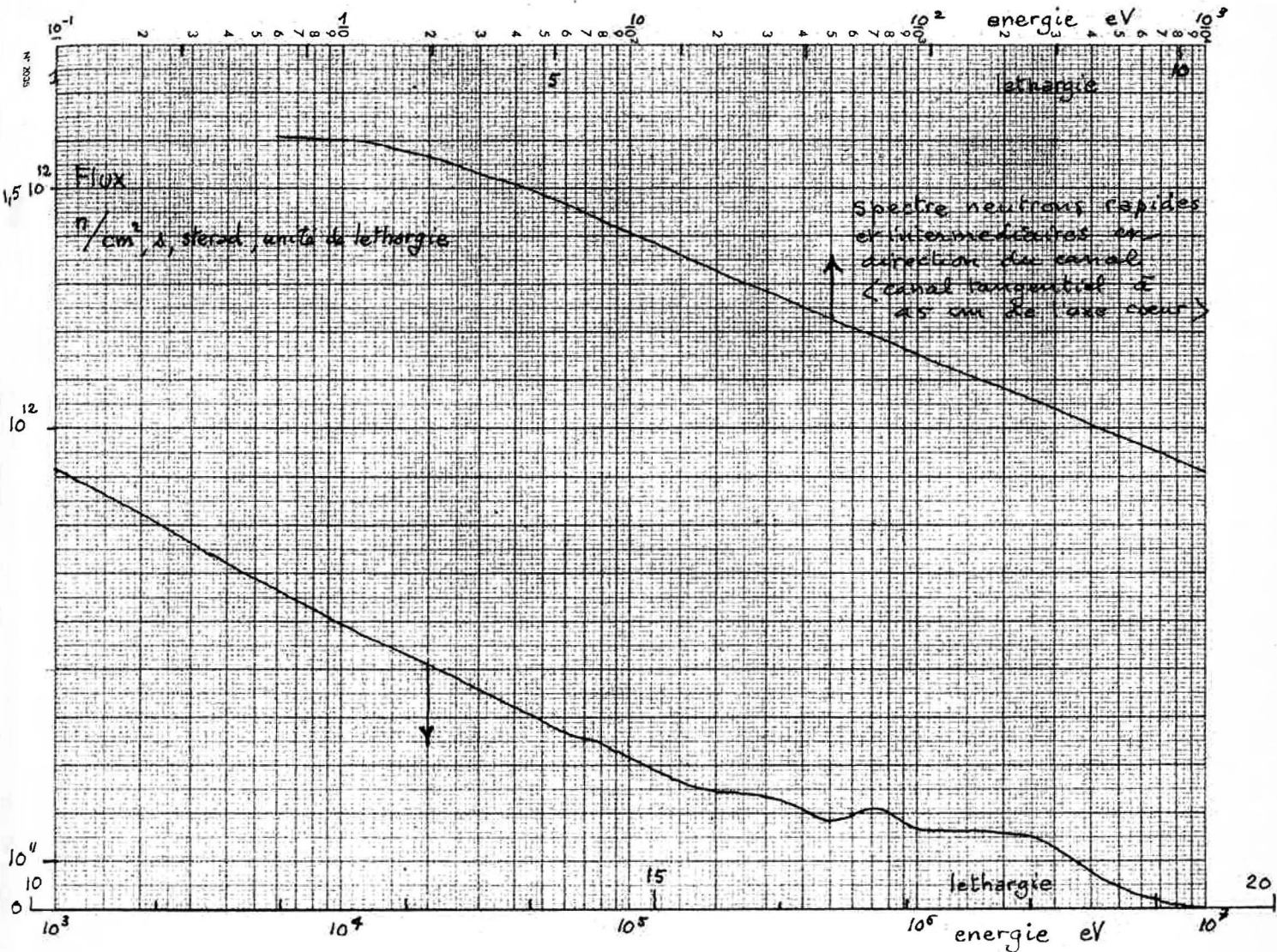


Fig. 4. — Spectres des neutrons rapides et épithermiques sortant par un canal tangentiel

III – DISPOSITIFS NON INTEGRES AU REACTEUR : SPECTROMETRES

Les différents appareils prévus pour les expériences de diffraction ou de diffusion neutroniques sont chacun de conception et de possibilités différentes mais présentent quelques caractéristiques communes.

Dans un appareil classique, un cristal monochromateur placé dans le faisceau primaire, dévie dans une certaine direction (angle $2 \theta_M$) (faisceau secondaire) une longueur d'onde déterminée, variable en faisant tourner le cristal autour d'un axe vertical. Les neutrons du faisceau secondaire diffusés par l'échantillon (à un angle φ), sont soit comptés dans les différentes directions par un compteur mobile autour de l'échantillon (diffractomètre à 2 axes, pour la diffusion élastique, canal H11) soit analysés en longueur d'onde au moyen d'un cristal

mobile autour de l'échantillon, avec un détecteur mobile autour de l'analyseur (angle $2 \theta_A$) (spectromètre à 3 axes, pour diffusion inélastique, canal H₄).

Si l'échantillon doit se trouver dans une ambiance particulière (haute ou basse température, champ magnétique, haute pression) nécessitant un appareil lourd et difficilement mobile, on peut laisser fixe l'échantillon et déplacer le monochromateur dans le faisceau primaire (canal H₈).

Pour diminuer le bruit de fond (gammas, neutrons rapides) dans le faisceau secondaire, on peut utiliser 2 monochromateurs en série (canal H₁₃).

Dans les expériences où l'analyse en énergie des neutrons diffusés par l'échantillon se fait en temps de vol, on peut obtenir des pulses monochromatiques soit par un cristal tournant (canal H₁₂) soit par "chopper" mécanique (canal H₁₆), soit par chopper "électronique"

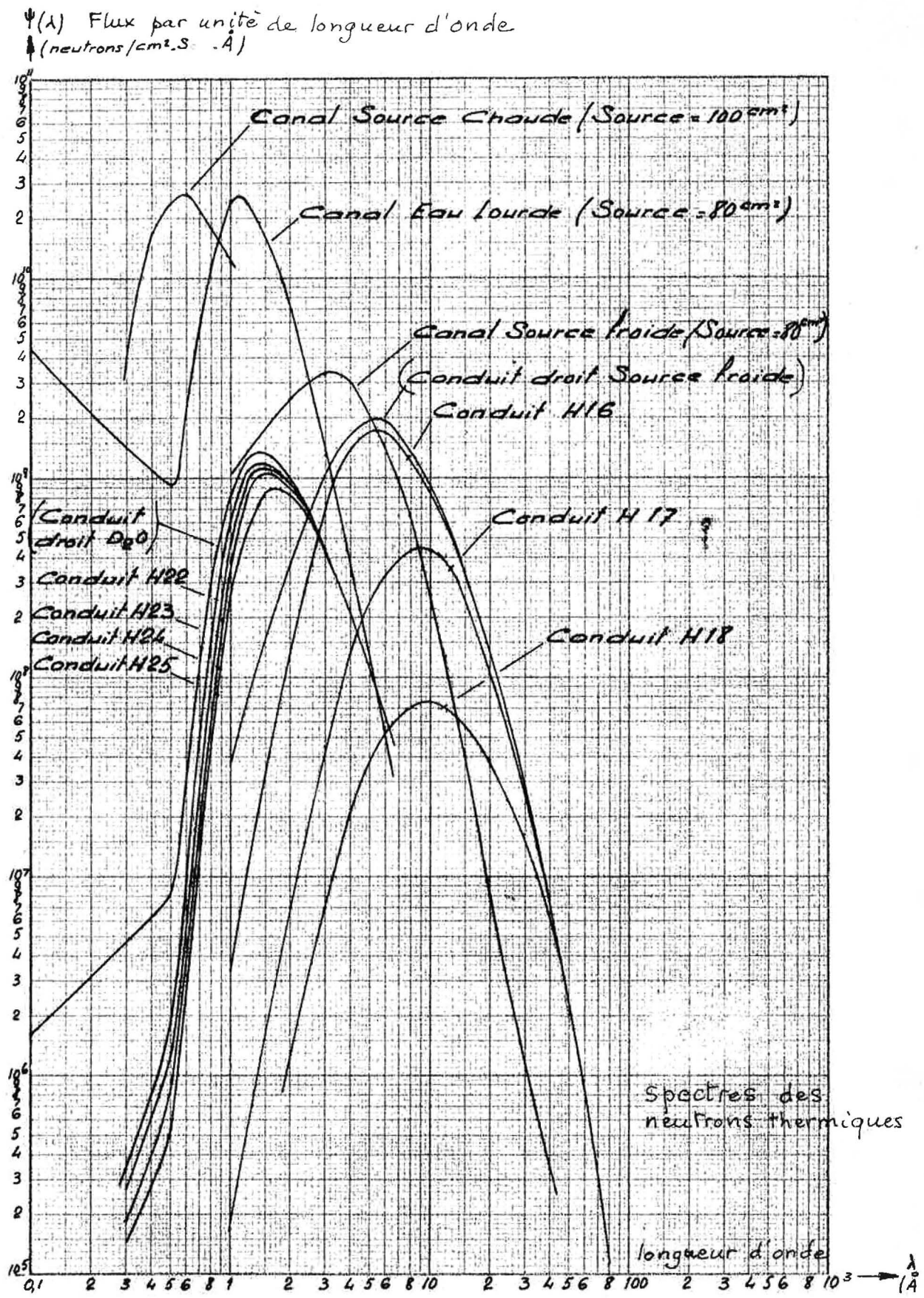


Fig. 5. — Spectres de neutrons thermiques à la sortie des différents canaux et conduits

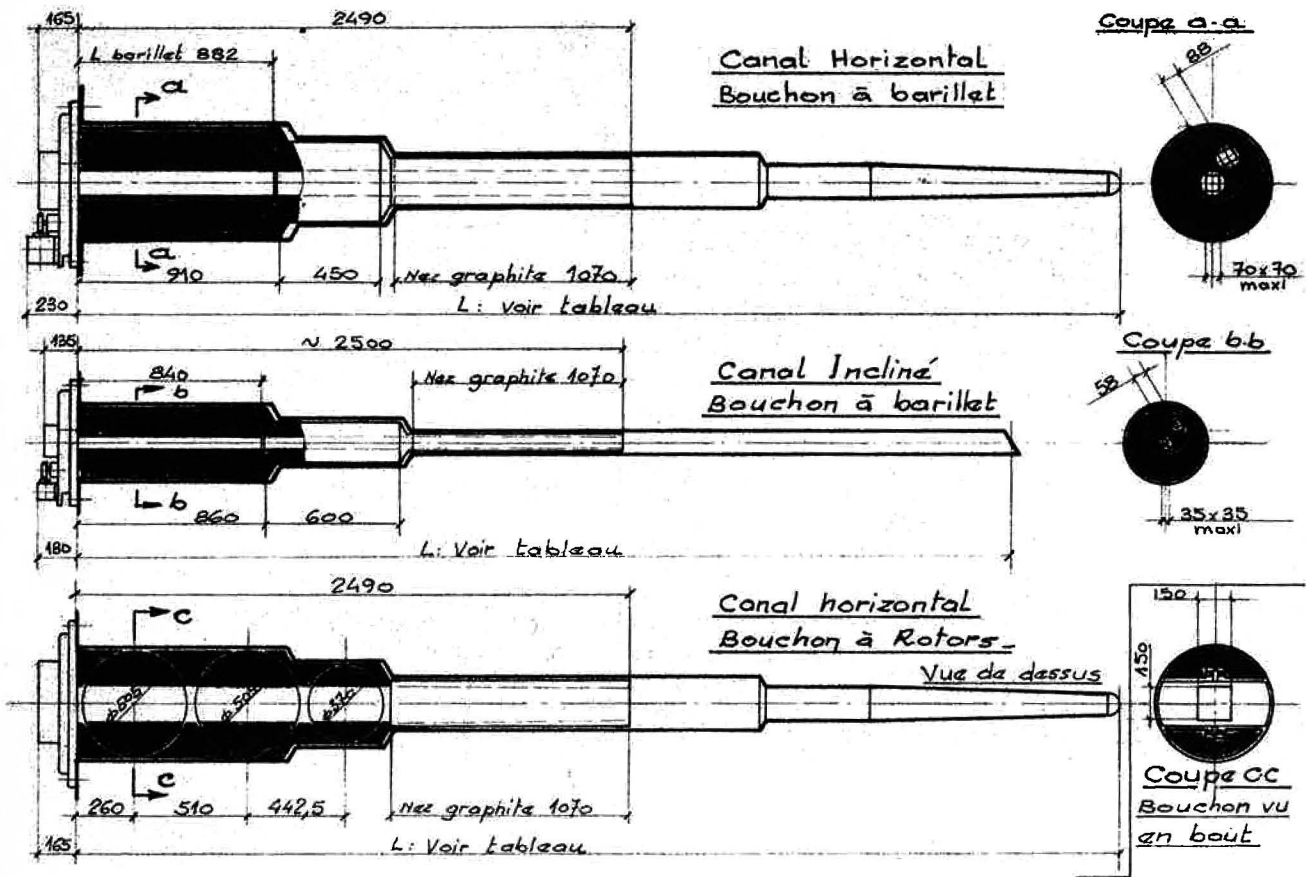


Fig. 6. - Les canaux tangentiels

(en faisant varier la section efficace du cristal monochromateur par un champ magnétique commandé électroniquement).

Pour les expériences de diffusion aux petits angles, un faisceau à collimation très fine est obtenu par un collimateur très long (40 m) avec des détecteurs pouvant être éloignés jusqu'à 40 m de l'échantillon (conduit H_{15}).

Lorsque, pour augmenter la résolution, il faut éloigner le monochromateur, l'échantillon et l'analyseur à des distances pouvant atteindre 10 m, ces différents éléments ne sont plus portés par un même appareil, mais disposés sur des tables indépendantes, mobiles sur coussins d'air, sur un sol très lisse dit "Tanzboden" (utilisé sur différents canaux et conduits).

Ces expériences ont cependant deux points communs :

- Elles sont complètement indépendantes du réacteur :

une membrane est placée sur le faisceau primaire à la sortie du réacteur.

- Elles posent, au niveau du monochromateur, des problèmes de protection identiques. Le monochromateur, par exemple un cristal de cuivre de $5 \times 5 \times 1 \text{ cm}^3$ constitue une source de neutrons rapides diffusés et de gammas de capture durs nécessitant une protection d'environ 80 cm de béton au fer de densité 5,4 (protection solide) ou de 50 cm de fer plus 50 cm d'eau (qui peut être réalisée sous forme d'une piscine : canal H_3).

En raison de la section importante des canaux (jusqu'à $15 \times 15 \text{ cm}^2$) et des conduits ($20 \times 3 \text{ cm}^2$) il est envisagé de placer jusqu'à deux ou trois appareils différents sur chaque faisceau primaire.

Les caractéristiques principales des différents appareils actuellement prévus sont données dans le tableau III*

* Rédigé A : par F. VOLINO
B : par J.C. FAUDOU

TABLEAU III

A – Dispositifs de diffusion de neutrons près du réacteur à haut flux de Grenoble

1 - DIFFUSION ELASTIQUE

Appareil *	Longueur d'onde (Å)	Particularités	Physiciens ILL**
D1 Double diffractomètre à poudre (Avril 1972)	2 (D1 A) 3 (D1 B)	Multidétecteur pour $0^\circ \leq 2\theta \leq 80^\circ$ pour $\lambda = 2\text{Å}$ (D1A) $K_{\text{max.}} = 0,64 \text{Å}^{-1}$ Compteur BF_3 orientable entre $0^\circ \leq 2\theta \leq 120^\circ$ pour $\lambda = 3\text{Å}$ (D1B) $K_{\text{max.}} = 0,58 \text{Å}^{-1}$	M. CONVERT
D2 Diffractomètre (Déc. 1971) sans champ magnétique	de 0,94 à 2,2 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 8 \cdot 10^{-3}$	$-100^\circ \leq 2\theta \leq 120^\circ$ position de l'échantillon $0^\circ \leq \Omega \leq 360^\circ$ orientation de l'échantillon par rapport au champ magnétique variable - Champ magnétique jusqu'à 80 kilogauss.	E. ROUDAUT
D4 Diffractomètre à liquide	Les informations seront fournies ultérieurement		
D5 Spectromètre 3 axes pour neutrons polarisés : sur la source chaude (Janvier 1972)	0,6 à 1	Mesures de diffusion élastique et inélastique avec et sans orientation de spin (spin flip) ; angle de diffusion maximum 135° $K_{\text{max.}} = 9,4 \text{Å}^{-1}$ pour $\lambda = 0,6 \text{Å}$	TASSET
D6 Diffractomètre à mono cristal par la méthode de diffraction de LAUE modifiée	1 à 4	100 compteurs BF_3 placés à l'intérieur d'une sphère de 1,7 m de diamètre pour des échantillons de 1mm^3 de volume environ. Cristal monochromateur courbe ou en lamelles.	B. KLAR
D7 Diffusion diffuse sur la source froide (Juillet 1972)	3 à 6 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 2 \cdot 10^{-2}$	32 détecteurs sur 4 bras à une distance de 40 à 130 cm de l'échantillon, discrimination de la diffusion inélastique par méthode de temps de vol.	W. JUST
D8 Diffractomètre à 4 cercles (Décembre 1971)	0,9 à 2,2 $8 \cdot 10^{-3} < \frac{\Delta\lambda}{\lambda} < 4 \cdot 10^{-2}$	$-100^\circ \leq 2\theta \leq 130^\circ$ $K_{\text{max.}} = 6 \text{Å}^{-1}$ pour $\lambda = 0,9 \text{Å}$ Pas d'orientation du cristal. Complètement automatique.	E. ROUDAUT
D9 Diffractomètre à 4 cercles sur la source chaude (Avril 1972)	0,6 à 1,1	Principale application : structures des grosses molécules avec diffusion anormale du Cd^{113} et Sm^{149}	A. TIPPE
D10 Spectromètre 3 axes à 4 cercles (Juin 1971)	1 à 3	D10 A - Diffusion élastique des neutrons pour petits monocristaux $2 \text{Å}^{-1} \leq K \leq 10 \text{Å}^{-1}$ Analyse en énergie des neutrons diffusés possible entre 0,08 et 0,01 et résolution $2 \cdot 10^{-3}$ Possibilité de cryostat - Système TANZBODEN D10 B - Diffractomètre 4 cercles classique	A. TIPPE

* Entre parenthèses : la date présumée de la mise en service.

** Les physiciens de l'Institut Max von Laue - Paul Langevin - CEDEX 156 - F 38 - GRENOBLE-Gare peuvent fournir des informations plus détaillées.

Appareil *	Longueur d'onde (Å)	Particularités	Physiciens ILL **
D11 Diffusion aux petits angles sur la source froide (Juillet 1972)	5 à 7 $\Delta K \geq 5 \cdot 10^{-4} \text{ \AA}^{-1}$	Distances sélecteur - échantillon et échantillon - détecteur pouvant atteindre 40 m ; discrimination de la diffusion inélastique par temps de vol.	K. IBEL
D12 Diffractomètre de LAUE modifié (Juin 1972)	1 à 4	Détection photographique - Détermination de l'intensité à $\pm 5\%$. Par focalisation du faisceau, les réflexions nh, nk, nl pour différents n ne sont pas superposées.	P. THOMAS

2 - DIFFUSION INELASTIQUE

Appareil	Longueur d'onde (Å)	Particularités	Physiciens ILL
IN1 Spectromètre 3 axes sur la source chaude (Mai 1972)	0,4 à 0,9 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \geq 10^{-2}$	Faisceau de 5 x 5 cm. Angle de diffusion de -72° à $+105^\circ$. 2 systèmes d'analyse.	D. TOCHETTI
IN2 Spectromètre 3 axes (Mai 1972)	0,9 à 4 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \geq 5 \cdot 10^{-3}$	Faisceau 7 x 7 cm ou 5 x 5 cm - double monochromateur. Angle de diffusion -140° à $+170^\circ$. Haute résolution en énergie (supérieure à 1%)	G. DUESING
IN3 Spectromètre 3 axes TANZBODEN sur guide de neutrons thermiques (Juillet 1972)	2 à 6 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \geq 5 \cdot 10^{-3}$	Distances monochromateur - échantillon - analyseur - détecteur variables entre 0,5 m et 5 m. Focalisation optimale avec cristal courbe et variation des distances. Haute résolution en énergie (1%).	E. SCHEDLER J. KALUS
IN4 Spectromètre temps de vol à cristal tournant		Pour transferts d'énergie et de moments élevés $K_{\max} \approx 14 \text{ \AA}^{-1}$ $\frac{\Delta K}{K} \geq 0,06$ $\hbar\omega_{\max} \approx 100 \text{ meV}$ $\frac{\Delta\omega}{\omega} \geq 0,01$ $-6,25^\circ \leq 2\theta \leq 157,75^\circ$ 102 compteurs He^3 montés sur 17 chariots portant 12 compteurs.	NUCKER
IN5 Multichopper temps de vol sur la source froide (Juillet 1972)	4 à 16 $2,5 \cdot 10^{-3} \leq \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \leq 10^{-2}$	Faisceau 2 x 5 cm - 4 choppers - Multidétecteur He^3 . Nombre d'angles maximum ; 32 $0,72 \text{ \AA}^{-1} < K_{\max} < 2,90 \text{ \AA}^{-1}$ $0,5\% < \frac{\Delta E}{E} < 2\%$ $6,310^{-3} < \frac{\Delta K}{K} < 25 \cdot 10^{-3}$	F. DOUCHIN
IN6 Spectromètre 3 axes sur la source chaude	0,45 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \geq 10^{-3}$	Monochromateur à angle fixe ($2\theta = 23^\circ$). Faisceau 5 x 15 cm. Distances échantillon - analyseur - détecteur variables jusqu'à 3 m. Avec cristal courbe, haute résolution pour la partie horizontale des courbes de dispersion. Angle de diffusion $\leq 30^\circ$ Meilleure résolution $\frac{\Delta K}{K} \approx 10^{-3}$ $\Delta E \approx 1 \text{ meV}$	D. MARX

* Entre parenthèses : la date présumée de la mise en service.

** Les physiciens de l'Institut Max von Laue - Paul Langevin - CEDEX 156 - F 38 - GRENOBLE-Gare peuvent fournir des informations plus détaillées.

B – Spectromètres de physique nucléaire

Appareil	Particules analysées et énergie	Particularités	Physiciens
Spectromètre de masse à parabole pour produits de fission "LOHENGRIN"	Produits de fission	Séparation totale des masses ($\frac{M}{\Delta M} \leq 800$) Résolution en énergie $\frac{\Delta E}{E} = 1\%$ Temps de vol dans le spectromètre : 1 μ s. – Domaine d'application 1) Distribution des produits de fission en fonction de A, Z, E_{cin} 2) Spectroscopie des noyaux riches en neutrons 3) Interaction des ions lourds avec la matière	E. MOLL (ILL) ASGHAR (ILL) SCHRADER (ILL) SISTEMICH (ILL)
Spectromètre pour électrons de conversion "BILL"	Electrons 50 keV à 10 MeV	2 aimants à secteurs alternativement homogène et inhomogène. Rayon de courbure 50 cm, angle de déviation 58° et 290° angle solide 5.10^{-6} radian. Résolution espérée : $\frac{\Delta E}{E} = 4.10^{-4}$	B. MAIER (ILL) W. MAMPE (ILL)
3 spectromètres à cristal courbe 2 avec rayon 24 m 1 avec rayon 5,76 m	χ de captures des neutrons thermiques 300 keV à 2 MeV 20 keV à 300 keV	Utilisent le quartz 110 ($2d = 4,9 \text{ \AA}$) 5 ordres de réflexion Interféromètre pour atteindre une précision d'angle < 0,1" résolution 1 à 4". Meilleure résolution pour 500 keV : 0,12 keV	R. KOCH (ILL) PINSTON (ILL) ROUSSILLE (ILL)
Spectromètre anti compton pour γ de captures des neutrons thermiques	100 keV à 3 MeV	Diode Ge (Li) entourée d'un scintillateur plastique cristal INa dans l'axe du faisceau Résolution espérée : 1,5 keV à 661 keV Rapport $\frac{Pic}{Compton} = 300$ à 661 keV.	M. FANGER (GfK)