

Mesure du débit de fluence de neutrons d'énergie 14,7 MeVau Bureau International des Poids et Mesures

par V.D. Huynh

1. Source de neutrons

En dehors de la source de neutrons d'énergie 2,5 MeV, produits par la réaction  $D(d,n)^3\text{He}$ , le Bureau International des Poids et Mesures dispose maintenant d'une seconde source de neutrons monocinétiques dont l'énergie est de  $14,680 \pm 0,130$  MeV; elle est produite par la réaction  $^3\text{H}(d,n)^4\text{He}$ , avec une énergie de deutons incidents de 140 keV. La cible, du type Ti-T, dont l'épaisseur correspond à  $550 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , (support 5/10 mm Cu), a été fournie par le Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay. Avec un courant cible de  $20 \mu\text{A}$ , nous produisons une source de  $1,6 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$ .

2. Mesure du débit de fluence de neutrons

Nous mesurons le débit de fluence de neutrons par la méthode de la particule associée. Le nombre de particules  $^4\text{He}$  est mesuré, pour un angle solide bien défini, par une jonction à barrière de surface au silicium placée à  $150^\circ$  par rapport à la direction du faisceau de deutons. L'angle correspondant à l'émission de neutrons est de  $27^\circ$  (l'énergie moyenne de la réaction est de 97 keV). Etant donné que la jonction est placée à 1 m de la cible, nous avons placé trois diaphragmes de diamètres différents entre la cible et la jonction pour réduire au minimum le nombre de particules  $^4\text{He}$  diffusées par les parois du tube au bout duquel est placée la jonction: le premier diaphragme (8,2 mm de diamètre), le second (6,9 mm de diamètre) et le troisième (5,4 mm de diamètre) sont placés respectivement à 20 cm, 50 cm et 80 cm de la cible. Soulignons que le diaphragme qui détermine l'angle solide de détection de la jonction a 4 mm de diamètre. Nous obtenons ainsi un spectre de particules  $^4\text{He}$  très "propre", dans lequel le comptage dans la région de la "vallée" est négligeable par rapport au comptage dans la région du pic.

Rappelons que le nombre de neutrons émis par unité d'angle solide,  $\Phi_n$ , mesuré à partir du comptage des particules  ${}^4\text{He}$ , est donné par la relation suivante:

$$\Phi_n = N_{\text{He}} \cdot \frac{1}{\Omega_{\text{He}}} \cdot \frac{k_{\text{He}}}{k_n},$$

où

$N_{\text{He}}$  est le nombre de particules  ${}^4\text{He}$  comptées par la jonction,

$\Omega_{\text{He}}$  est l'angle solide de la jonction dans le système du laboratoire,

$k_{\text{He}}$  et  $k_n$  sont les facteurs de conversion des angles solides du système du laboratoire au système du centre de masse, respectivement pour les particules  ${}^4\text{He}$  et pour les neutrons.

Dans notre cas, nous avons:

$$\frac{k_{\text{He}}}{k_n} = 1,235 \pm 0,012.$$

D'autre part, il faut faire une correction sur  $N_{\text{He}}$  due à la source secondaire parasite  $D(d,p){}^3\text{H}$ , car les protons produits par cette réaction ont une énergie de 2,7 MeV, qui est très voisine de celle des particules  ${}^4\text{He}$  (3,0 MeV). Pour cela, il suffit d'effectuer les mesures avec une cible dont la composition est identique à celle d'une cible tritiée, mais sans tritium.

### 3. Détecteur de transfert: chambre à fission ${}^{238}\text{U}$

La chambre à fission a été utilisée comme instrument de transfert dans la comparaison internationale des mesures de débit de fluence de neutrons à 14,8 MeV. Cette chambre est en fait constituée de deux chambres ayant chacune un dépôt de  ${}^{238}\text{U}$  dont l'épaisseur correspond à  $1 \text{ mg/cm}^2$  et de  $1,3 \text{ cm}^2$  de surface. On utilise comme supports de dépôts deux feuilles de platine disposées dos à dos et qui forment la surface de séparation des deux chambres. Le gaz qui circule à travers la chambre à fission est du méthane pur.

Dans la comparaison internationale, il s'agit de mesurer la sensibilité, c'est-à-dire le quotient du taux de comptage de la chambre à fission par le débit de fluence de neutrons. En pratique, tous les laboratoires mesurent le débit de fluence par l'intermédiaire d'une grandeur  $\Phi_n$ , nombre de neutrons émis par unité d'angle solide dans la direction de l'instrument de transfert; il est donc plus commode de comparer directement, pour une distance source-détecteur,  $d$ , choisie (ici  $d = 10 \text{ cm}$ ), le rapport  $\mathcal{E} = N_c / \Phi_n$ , où  $N_c$  est le comptage total de l'instrument de transfert. Pour des raisons de commodité,  $\mathcal{E}$  sera appelé sensibilité de l'instrument de transfert.

Dans notre cas, la chambre à fission est donc placée à 10 cm de la cible et à  $27^\circ$  par rapport à la direction du faisceau de deutons. Les impulsions provenant des deux chambres sont enregistrées dans deux sélecteurs d'amplitude multicanaux; le spectre obtenu pour chacune des deux chambres est ensuite extrapolé à zéro pour obtenir le comptage total  $N_c$ . La figure 1 montre la façon dont l'extrapolation du spectre a été faite; on trace une ligne droite entre le point minimum de la "vallée" et le vrai zéro du sélecteur d'amplitude.

#### 4. Résultats expérimentaux

Nous avons effectué une série de trois mesures de la sensibilité  $\mathcal{E}$  de la chambre à fission. Les résultats sont résumés dans le tableau 1. La moyenne des trois mesures donne un rapport des comptages de la chambre 1 à la chambre 2 égal à 1,056 et une sensibilité de la chambre à fission égale à  $6,362 \times 10^{-8}$  coups/(neutron  $\cdot$  sr $^{-1}$ ).

Les erreurs relatives sur les différentes grandeurs intervenant dans la détermination de  $\mathcal{E}$  sont résumées dans le tableau 2. On obtient une somme des erreurs de 4,2%, ou une somme quadratique des erreurs de 1,9%, sur la valeur de  $\mathcal{E}$ .

Tableau 1 - Résultats expérimentaux concernant la détermination de  $\mathcal{E}$

Numéro de la mesure	1	2	3	
Durée de la mesure (s)	4 345	4 739	5 671	
$N_{He}$	5 999 064	5 982 716	5 974 302	
Source parasite (%)	0,04	0,32	0,45	
$\Phi_n$ ( $\times 10^{11}$ )	5,980	5,959	5,942	
Comptage au-delà du minimum	{ chambre 1	19 098	18 969	18 991
	{ chambre 2	17 837	17 807	17 887
Extrapolation à zéro	{ chambre 1	475	450	450
	{ chambre 2	594	594	594
$N_c$	38 004	37 820	37 922	
Sensibilité $\mathcal{E}$ ( $\times 10^{-8}$ )	6,356	6,347	6,383	

Tableau 2 - Estimation des erreurs

Grandeur	Erreur statistique ( $1\sigma$ ) (%)	Erreur systématique (%)
$N_c$	0,3	0,3
$N_{He}$	0,03	0,5
$\Omega_{He}$		0,5
$k_{He}/k_n$		1,0
Source parasite		0,1
Distance source - chambre à fission		1,5
Total	0,33	3,9

Avril 1976

original CN

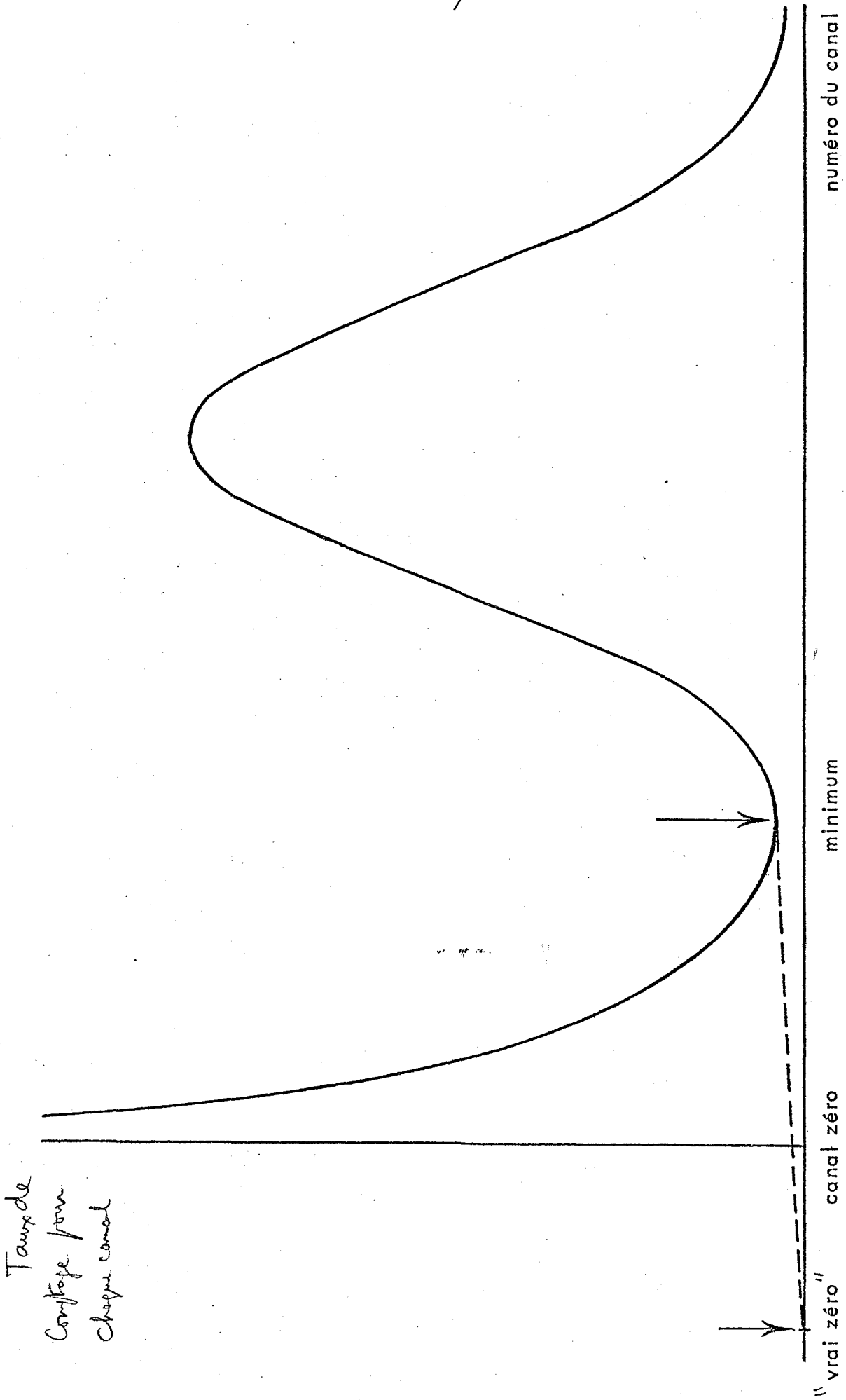


Figure 1 - Réponse de la chambre à fission