

Participation du BIPM à la comparaison internationale de mesures  
de débit de fluence de neutrons utilisant deux chambres à fission

par V.D. Huynh

Bureau International des Poids et Mesures, F-92310 Sèvres

Résumé

Ce rapport décrit succinctement les deux chambres à fission utilisées dans la comparaison, ainsi que les conditions expérimentales et les résultats des mesures faites au BIPM.

1. Introduction

Le Bureau International des Poids et Mesures a participé, de février à mai 1984, à la comparaison internationale de mesures de débit de fluence de neutrons à 14,65 MeV, en utilisant deux chambres à fission comme instruments de transfert. Six laboratoires\* ont jusqu'à présent participé à cette comparaison qui est toujours en cours. D.B. Gayther, de UK Atomic Energy Authority (UKAEA), a été chargé par la Section III du CCEMRI de coordonner les travaux.

2. Conditions expérimentales

Deux chambres contenant l'une un dépôt de  $^{235}\text{U}$  et l'autre un dépôt de  $^{238}\text{U}$  ont été construites et fournies par l'UKAEA. Chaque chambre contient cinq plaques de platine sur lesquelles sont déposés les matériaux fissiles (sur les deux faces). Chacune des plaques a un diamètre de 86 mm et une épaisseur de 0,125 mm. Les dépôts fissiles ont chacun un diamètre de 76 mm

---

Liste des laboratoires (par ordre chronologique de participation)

National Bureau of Standards (NBS), Etats-Unis d'Amérique  
Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), Sèvres  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Rép. Fédérale d'Allemagne  
Bureau Central de Mesures Nucléaires (BCMNI), Geel  
Electrotechnical Laboratory (ETL), Japon  
National Physical Laboratory (NPL), Royaume-Uni

et une masse surfacique d'environ  $5 \mu\text{g mm}^{-2}$ . Les cinq plaques "fissiles" sont intercalées entre six plaques de tantale de mêmes dimensions, servant d'électrodes collectrices. La distance entre deux plaques successives est de 5 mm. Le corps de la chambre est en acier inoxydable, avec deux fenêtres en tantale (d'épaisseur 0,150 mm) qui sont parallèles aux onze plaques. Le gaz qui circule à travers la chambre est constitué de 90 % d'argon et de 10 % de méthane; une tension de +120 V est appliquée aux électrodes.

Pour la comparaison, la chambre à fission est placée à environ 2,0 m de la cible et à  $26,7^\circ$  par rapport à la direction du faisceau de deutons. Elle est positionnée au centre d'un cadre léger en tube d'acier inoxydable à l'aide de cinq fils en acier inoxydable munis de petits ressorts. Ce cadre, qui est démontable, circule d'un laboratoire à l'autre en même temps que les deux chambres à fission. Par contre, aucun appareil électronique n'accompagne les chambres. La figure 1 montre le schéma synoptique des dispositifs électroniques que nous avons utilisés.

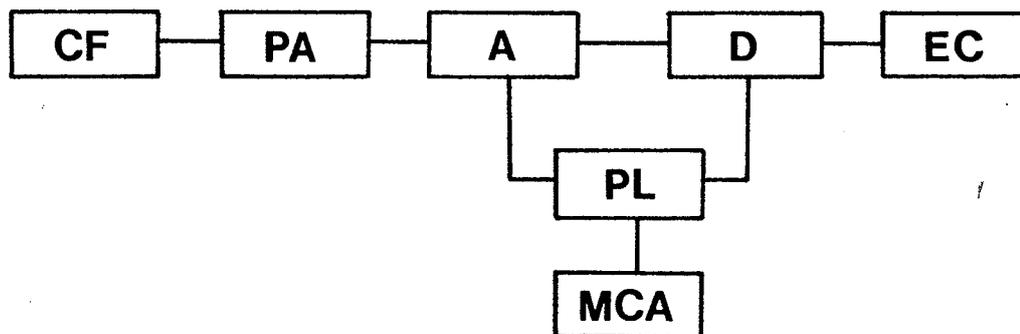


Figure 1 - Schéma synoptique des dispositifs électroniques.  
 CF: chambre à fission, PA: préamplificateur (ORTEC 142B),  
 A: amplificateur (BIPM), D: discriminateur (BIPM),  
 EC: échelle de comptage, PL: porte linéaire (ORTEC 542),  
 MCA: sélecteur d'amplitude multicanal.

Les impulsions provenant de la chambre à fission (CF) sont enregistrées dans le sélecteur d'amplitude multicanal (MCA) à travers un circuit (PL) dit "porte linéaire", fonctionnant en coïncidence. Ce circuit permet d'éliminer les impulsions  $\alpha$  et leur empilement en choisissant un seuil d'amplitude convenable à l'aide d'un discriminateur (D). Les impulsions en provenance de ce discriminateur sont également enregistrées par une échelle de comptage (EC), ce qui permet d'évaluer le nombre d'impulsions de grande amplitude qui sont en dehors du sélecteur.

En ce qui concerne la source de neutrons, elle est produite par la réaction  ${}^3\text{H}(d,n){}^4\text{He}$ . Son débit de fluence est déterminé 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 1,00 m de la cible et à  $150^\circ$  par rapport à la direction du faisceau de deutons. L'énergie incidente des deutons est de 140 keV. L'angle correspondant à l'émission de neutrons est de  $26,7^\circ$ , ce qui donne une énergie moyenne de neutrons (calculée) de  $(14,65 \pm 0,05)$  MeV.

### 3. Résultats expérimentaux

Rappelons que la grandeur à mesurer que l'on compare entre les laboratoires est le rapport du comptage de la chambre à fission (corrigé de la contribution de neutrons diffusés) et de la fluence de neutrons. Cette grandeur est habituellement appelée "sensibilité de la chambre",  $\epsilon$ . Le comptage de la chambre est obtenu à partir du spectre du sélecteur d'amplitude; il est la somme du comptage au-delà d'un seuil qui a été choisi dans la comparaison au point correspondant à 45 % du sommet du spectre et du comptage au-dessous de ce seuil en extrapolant à zéro par une ligne droite horizontale.

#### a) Chambre à fission ( $^{238}\text{U}$ )

Nous avons effectué une série de quatre mesures, dont deux avec un débit de gaz de  $10 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$  et deux autres avec un débit de gaz de  $1 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ , en utilisant un système de bulle à bulle (mais la chambre avait été préalablement traversée durant 2 à 3 heures par un gaz ayant un débit de  $10 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ ). Les résultats de ces quatre mesures sont en parfait accord. Le tableau 1 donne seulement le résultat de leur somme.

Tableau 1 - Détermination de la sensibilité,  $\epsilon$ , de la chambre à fission ( $^{238}\text{U}$ )

	Sans cône d'ombre (somme de 4 mesures)	Avec cône d'ombre (somme de 2 mesures)
Durée (s)	52 000	28 000
Comptage au-delà du seuil	111 328	3 892
Extrapolation à zéro	2 564	90
Comptage de la chambre, $N_c$	113 892	3 982
Fluence, $\Phi_n$	$1,890 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-2}$	$0,953 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-2}$
$N_c / \Phi_n$	$6,025 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$	$0,418 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$

Afin de corriger la contribution de neutrons diffusés, deux mesures ont été effectuées en plaçant un cône d'ombre entre la source de neutrons et la chambre à fission. Le cône d'ombre est constitué de 30 cm de laiton et de 20 cm de polyéthylène boré (5 % de bore). Le résultat de la somme de ces deux mesures est également donné dans le tableau 1. Une contribution de neutrons diffusés de 6,9 % a été ainsi obtenue. On voit sur ce tableau que la partie extrapolée ne représente que 2,2 % du comptage total de la chambre. D'autre part, une valeur de 22,3 a été observée pour le rapport "pic/vallée" du spectre du sélecteur d'amplitude (voir figure 2).

Finalement, on obtient la sensibilité,  $\epsilon$ , de la chambre à fission ( $^{238}\text{U}$ ):

$$\epsilon = (5,61 \pm 0,11) 10^{-4} \text{ cm}^2.$$

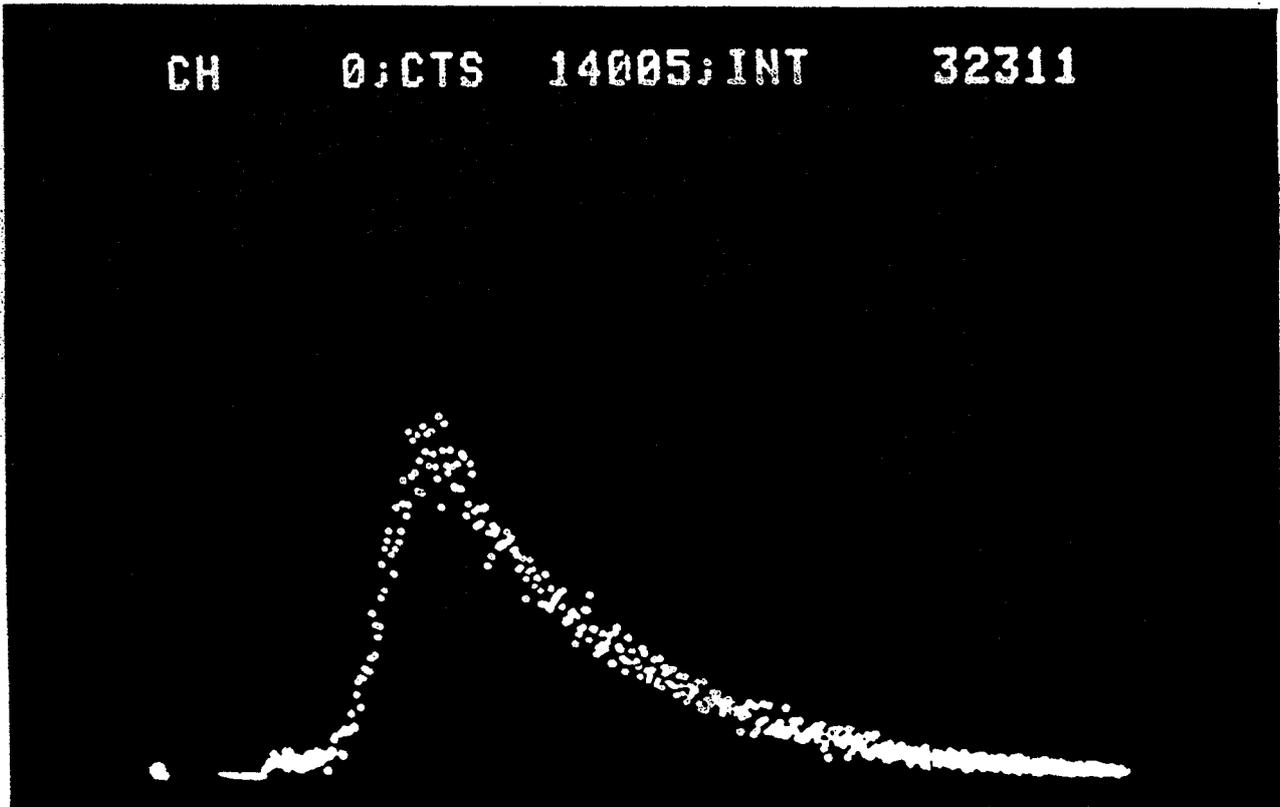


Figure 2 - Réponse de la chambre à fission ( $^{238}\text{U}$ ).

b) Chambre à fission ( $^{235}\text{U}$ )

Afin de réduire les effets de neutrons thermiques, la chambre est entourée d'un écran de cadmium de 0,8 mm d'épaisseur. Cet écran est, en fait, constitué de six plaques de cadmium qui renferment les six faces du cadre de support de la chambre.

Avec un débit de gaz de  $1 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$  (chambre toujours préalablement traversée par le gaz ayant un débit de  $10 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ , durant 2 à 3 heures), nous avons effectué une série de cinq mesures sans cône d'ombre et une série de deux mesures avec cône d'ombre. Les résultats sont résumés dans le tableau 2. Une contribution de neutrons diffusés de 36,4 % a été obtenue. D'autre part, une valeur de 20,2 a été observée pour le rapport "pic/vallée" du spectre du sélecteur d'amplitude.

Tableau 2 - Détermination de la sensibilité,  $\epsilon$ ,  
de la chambre à fission ( $^{235}\text{U}$ )

	Sans cône d'ombre (somme de 5 mesures)	Avec cône d'ombre (somme de 2 mesures)
Durée (s)	55 000	22 000
Comptage au-delà du seuil	354 777	52 092
Extrapolation à zéro	9 224	1 350
Comptage de la chambre, $N_c$	364 001	53 442
Fluence, $\Phi_n$	$2,279 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-2}$	$0,919 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-2}$
$N_c / \Phi_n$	$15,972 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$	$5,813 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$

Finalement, on obtient pour la sensibilité,  $\epsilon$ , de la chambre à fission ( $^{235}\text{U}$ ) la valeur

$$\epsilon = (1,016 \pm 0,024) 10^{-3} \text{ cm}^2.$$

Les contributions aux incertitudes relatives (écarts-types) des mesures de  $\epsilon$  pour les deux chambres à fission sont rassemblées dans le tableau 3.

Tableau 3 - Incertitudes relatives (écarts-types en %) des mesures de sensibilité des deux chambres à fission ( $^{238}\text{U}$  et  $^{235}\text{U}$ )

Grandeur	Incertitudes relatives (%)	
	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$
Fluence	1,3	1,3
Comptage de la chambre Neutrons diffusés	0,5	0,5
	1,5	2,0
Sensibilité	2,0	2,4

(Septembre 1988)