

Spectrométrie

Domaines d'activité	p. 5.1
Étalons multigamma	p. 5.2
Résines	p. 5.3 - 5.4
Solutions	p. 5.5
Coffrets de sources gamma	p. 5.6
Sources multigamma	p. 5.7
Filtres charbon	p. 5.8
Matrice papier multigamma	p. 5.9
Matrice végétale	p. 5.10

Domaines d'activité

Le LEA réalise des solutions étalons, des matrices résine équivalente eau, des étalons gazeux et des sources ponctuelles pour étalonner les spectromètres gamma utilisés dans différents secteurs d'activité.

- Analyses, contrôle agroalimentaire
- Contrôle de l'environnement
- Recherche
- Spectrométrie gamma

» Baryum 133 et europium 152

Multigamma couvrant la gamme d'énergies

- De 30 à 400 KeV pour le Baryum 133 et
- De 122 à 1 408 KeV pour l'Europium 152,

ils possèdent l'avantage d'avoir une période radioactive

- De 10,5 ans pour le premier et
- De 13,53 ans pour le second.

» Mélange multigamma 12ML01

241Am, 109Cd, 57Co, 139Ce, 51Cr, 113Sn, 85Sr, 137Cs, 60Co, 88Y, 54Mn, 65Zn.

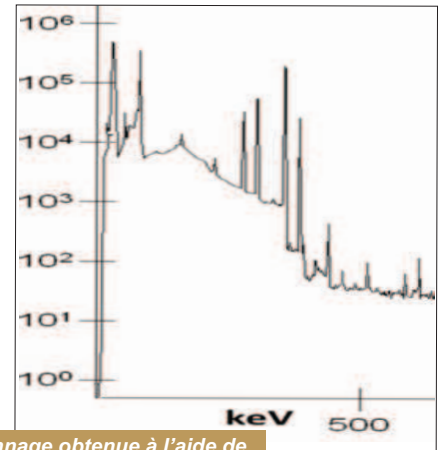
Ce mélange est réalisé de façon proportionnelle de sorte que les comptages pour chacune des énergies soient équivalents. Le mélange des radionucléides permet, en **une seule opération**, l'étalonnage en eau du détecteur dans une gamme d'énergies de 60 à 1 836 KeV, pour un type de conteneur.

Le certificat d'étalonnage est établi à partir de la mesure du produit fini.

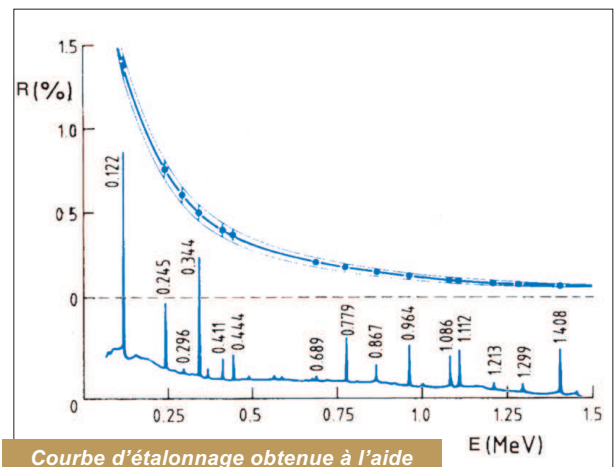
Par rapport à un étalon d'europium 152 ou de baryum 133, ce mélange présente l'avantage d'avoir un **spectre plus simple**, qui ne donne que peu de coïncidences γ - γ , et de permettre de tracer la courbe d'étalonnage du détecteur jusqu'à 1 836 KeV (1 408 KeV pour l'europium 152).

Même après décroissance il reste dans le mélange un certain nombre de radionucléides de longues périodes.

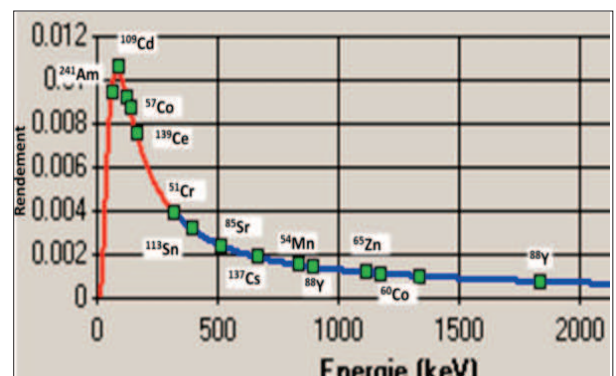
Ces derniers permettent encore de contrôler une partie de la courbe de rendement sur un certain nombre d'énergies (59,5 KeV pour le ²⁴¹Am, 88 KeV pour le ¹⁰⁹Cd, 122 et 136,5 KeV pour le ⁵⁷Co, 661,7 KeV pour le ¹³⁷Cs, 1173 et 1332,5 KeV pour le ⁶⁰Co, soit sept énergies sur les treize présentes initialement).



Courbe d'étalonnage obtenue à l'aide de l'étalon multigamma - Baryum 133



Courbe d'étalonnage obtenue à l'aide de l'étalon multigamma - europium 152



Courbe de rendement pour un étalon multigamma 12ML01 (voir spectre du mélange en page 5.6)

Étalons multigamma

» Étalons multigamma : résine équivalente eau



» Utilisation

Les étalons multigamma, caractérisés en activité, servent à l'étalonnage (en énergie et en rendement) des spectromètres utilisés pour les mesures de faible niveau d'activité.

Conçues essentiellement pour l'étalonnage des spectromètres gamma (GeLi, Ge hyper pur, etc.) dans le domaine des mesures environnementales, ces matrices résine sont caractérisées en activité équivalente eau.

- Masse volumique de la résine : $1,15 \pm 0,01 \text{ g.cm}^{-3}$
- Masse volumique de l'eau : HCl (1N) : $1,016 \text{ g.cm}^{-3}$

Elles sont conçues pour remplacer avantageusement les matrices eau. En effet, en milieu aqueux on peut craindre une fixation sur les parois ou une

» Le LEA recommande

- L'utilisation de ces matrices pour l'étalonnage et les contrôles d'étalonnage périodiques des détecteurs,
- L'utilisation d'une source de longue période (^{152}Eu par exemple) pour effectuer les contrôles de bon fonctionnement et de constance de la chaîne de mesure.
- Pour les sources concernées par l'accréditation COFRAC (portée disponible sur www.cofrac.fr), le LEA délivre un certificat d'étalonnage COFRAC N°2-1529, rayonnement ionisant.

» Flacon type SG15

L'utilisation de ce type de flaconnage est normalisée dans les laboratoires EDF, lors des contrôles de routine en spectrométrie gamma sur le circuit primaire.

précipitation de certains radionucléides.

L'utilisation des matrices résine équivalente eau supprime les risques de fuites et de contamination pendant le transport et la manipulation, et assure la stabilité dans le temps du fait de l'incorporation des radionucléides dans une masse de résine.

Le LEA propose des matrices résine équivalente eau en :

- **Baryum 133**
- **Europium 152**
- **Mélange multigamma type 12ML01:**
 ^{241}Am , ^{109}Cd , ^{57}Co , ^{139}Ce , ^{51}Cr , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{54}Mn , ^{65}Zn .
- **Tout autre radionucléide ou mélange sur demande spécifique.**

» Validité

Pour le ^{133}Ba et ^{152}Eu , la validité des étalons est de deux ans.

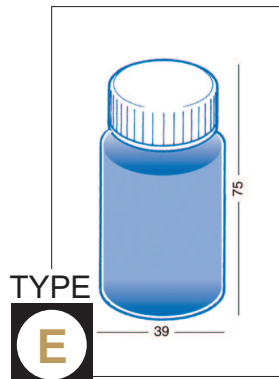
Pour le mélange, on considère généralement qu'elle est de deux fois la période de l'élément le plus court. Dans ce cas, il s'agirait de deux mois soit deux fois la période du ^{51}Cr . Cependant l'étalon peut être utilisé sur une période relativement longue compte tenu de radionucléides à vie longue.

» Falcons type SG50N, SG500N, SG3000 et type Marinelli beaker.

L'utilisation de ce type de flaconnage est normalisée dans beaucoup de laboratoires, lors des contrôles en spectrométrie gamma pour l'environnement et les contrôles d'élimination d'effluent aqueux.

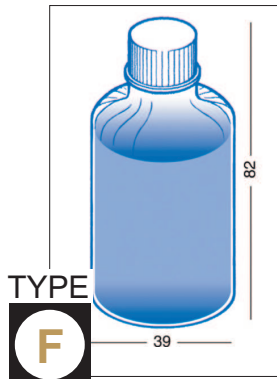
Résines

» Descriptif des différentes présentations disponibles



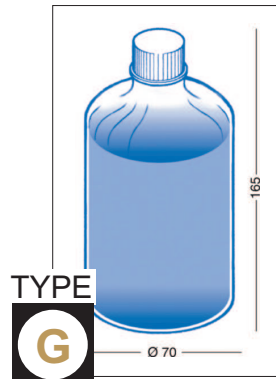
TYPE
E

Matériau : hostalène
Matrice : résine époxyde
Masse volumique : 1,15 g.cm⁻³
Volume utile : 50 cm³
Masse de résine : 57,5 g
Flacon : type SG50N



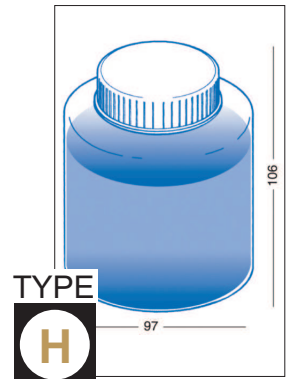
TYPE
F

Matériau : hostalène
Matrice : résine époxyde
Masse volumique : 1,15 g.cm⁻³
Volume utile : 50 cm³
Masse de résine : 57,5 g



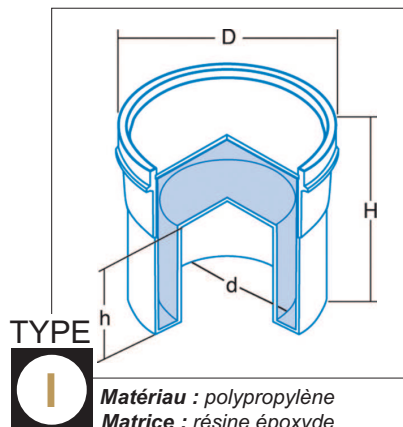
TYPE
G

Matériau : hostalène
Matrice : résine époxyde
Masse volumique : 1,15 g.cm⁻³
Volume utile : 500 cm³
Masse de résine : 575 g



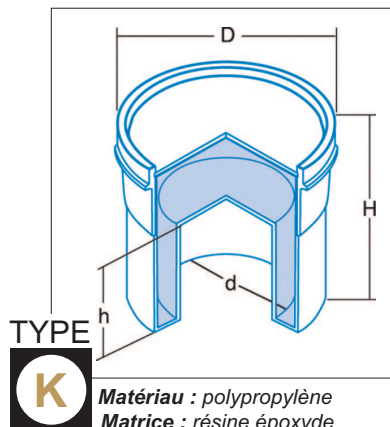
TYPE
H

Matériau : hostalène
Matrice : résine époxyde
Masse volumique : 1,15 g.cm⁻³
Volume utile : 500 cm³
Masse de résine : 575 g
Flacon : type SG500N



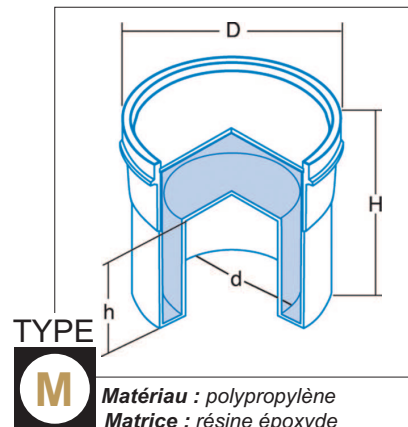
TYPE
I

Matériau : polypropylène
Matrice : résine époxyde
D = 114 mm ; d = 77 mm ;
H = 101 mm ; h = 68 mm
Volume utile : 450 cm³
Masse de résine : 518 g
Flacon : type Beaker Marinelli



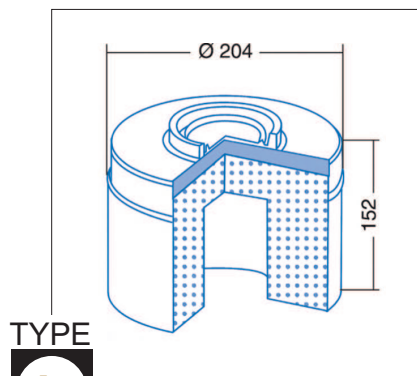
TYPE
K

Matériau : polypropylène
Matrice : résine époxyde
D = 130 mm ; d = 85 mm ;
H = 152 mm ; h = 77 mm
Volume utile : 1000 cm³
Masse de résine : 1 150 g
Flacon : type Beaker Marinelli



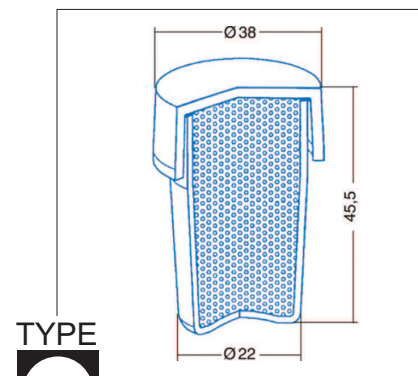
TYPE
M

Matériau : polypropylène
Matrice : résine époxyde
D = 117,8 mm ; d = 84,9 mm ;
H = 66,3 mm ; h = 38,1 mm
Volume utile : 250 cm³
Masse de résine : 287 g
Flacon : type Beaker Marinelli



TYPE
L

Matériau : polyéthylène / **Matrice :** résine époxyde
Masse volumique : 1,15 g.cm⁻³
Volume utile : 3 000 cm³
Masse de résine : 3 450 g
Flacon : type SG3000
Puit : diamètre 85 mm - hauteur : 100 mm



TYPE
R

Matériau : polyéthylène / **Matrice :** résine époxyde
Masse volumique : 1,15 g.cm⁻³
Volume utile : 14 cm³
Masse de résine : 16 g
Flacon : type SG15

Résines

Matrices résine équivalente eau

Radionucléide et période	Référence	Activité kBq (*)	Présentation Matrice	Volume en eau cm ³	Volume utile cm ³	Type	Incertitude de mesure à k=2 %
¹³³ Ba 10,5 ans	BA133EGRE15	37	résine	50	50	E	3 à 5
	BA133EGRF15	37	résine	50	50	F	3 à 5
	BA133EGRG15	37	résine	500	500	G	3 à 5
	BA133EGRH15	37	résine	500	500	H	3 à 5
	BA133EGRI15	37	résine	450	450	I	3 à 5
	BA133EGRK15	37	résine	1 000	1 000	K	3 à 5
	BA133EGRL15	37	résine	3 000	3 000	L	3 à 5
	BA133EGRM15	37	résine	250	250	M	3 à 5
	BA133EGRR15	37	résine	14	14	R	3 à 3
¹⁵² Eu 13,53 ans	EU152EGRE15	37	résine	50	50	E	3 à 5
	EU152EGRF15	37	résine	50	50	F	3 à 5
	EU152EGRG15	37	résine	500	500	G	3 à 5
	EU152EGRH15	37	résine	500	500	H	3 à 5
	EU152EGRI15	37	résine	450	450	I	3 à 5
	EU152EGRK15	37	résine	1 000	1 000	K	3 à 5
	EU152EGRL15	37	résine	3 000	3 000	L	3 à 5
	EU152EGRM15	37	résine	250	250	M	3 à 5
	EU152EGRR15	37	résine	14	14	R	3 à 5
Mélange multigamma type 12ML01 ⁽¹⁾ ²⁴¹ Am, ¹⁰⁹ Cd, ⁵⁷ Co, ¹³⁹ Ce, ⁵¹ Cr, ¹¹³ Sn, ⁸⁵ Sr, ¹³⁷ Cs, ⁶⁰ Co, ⁸⁸ Y, ⁵⁴ Mn, ⁶⁵ Zn.	12ML01EGRE05	5	résine	50	55	E	3 à 6
	12ML01EGRE10	18	résine	50	55	E	3 à 6
	12ML01EGRE15	37	résine	50	55	E	3 à 6
	12ML01EGRE20	55	résine	50	55	E	3 à 6
	12ML01EGRE30	74	résine	50	55	E	3 à 6
	12ML01EGRF05	5	résine	50	55	F	3 à 6
	12ML01EGRF10	18	résine	50	55	F	3 à 6
	12ML01EGRF15	37	résine	50	55	F	3 à 6
	12ML01EGRF20	55	résine	50	55	F	3 à 6
	12ML01EGRF30	74	résine	50	55	F	3 à 6
	12ML01EGRG05	5	résine	500	550	G	3 à 6
	12ML01EGRG10	18	résine	500	550	G	3 à 6
	12ML01EGRG15	37	résine	500	550	G	3 à 6
	12ML01EGRG20	55	résine	500	550	G	3 à 6
	12ML01EGRG30	74	résine	500	550	G	3 à 6
	12ML01EGRH05	5	résine	500	550	H	3 à 6
	12ML01EGRH10	18	résine	500	550	H	3 à 6
	12ML01EGRH15	37	résine	500	550	H	3 à 6
	12ML01EGRH20	55	résine	500	550	H	3 à 6
	12ML01EGRH30	74	résine	500	550	H	3 à 6
	12ML01EGRI05	5	résine	450	500	I	3 à 6
	12ML01EGRI10	18	résine	450	500	I	3 à 6
	12ML01EGRI15	37	résine	450	500	I	3 à 6
	12ML01EGRK05	5	résine	1 000	1 000	K	3 à 6
	12ML01EGRK10	18	résine	1 000	1 000	K	3 à 6
	12ML01EGRK15	37	résine	1 000	1 000	K	3 à 6
	12ML01EGRL05	5	résine	3 000	3 000	L	3 à 6
	12ML01EGRL10	18	résine	3 000	3 000	L	3 à 6
	12ML01EGRL15	37	résine	3 000	3 000	L	3 à 6
	12ML01EGRM15	37	résine	250	250	M	3 à 6
12ML01EGRR20	55	résine	14	15	R	3 à 6	
12ML01EGRR30	74	résine	14	15	R	3 à 6	

Légende : (1) Campagne de production 2 fois/an : mars et septembre de chaque année. (*) Tolérance de fabrication ±30%

Accessoires

Produit	Contenance (cm ³)	Type	Référence
Flacon plastique type <i>Beaker Marinelli</i>	250	M	9ACETL11
Flacon plastique type <i>Beaker Marinelli</i>	500	I	9ACETL9
Flacon plastique type <i>Beaker Marinelli</i>	1 000	K	9ACETL1
Flacon plastique type SG50N	55	E	9ACETL5
Flacon plastique marron	55	F	9ACETL7
Flacon plastique type SG500N	550	H	9ACETL6
Flacon plastique marron	550	G	9ACETL8
Flacon type SG3000	3 000	L	9ACETL2
Flacon type SG15	15	R	9ACETL3

Pour commander : Informations commerciales pages 1.1 à 1.12 du chapitre INFORMATIONS

Solutions

 Multigamma (12ML01), Ba133 & Eu152 solutions


Les solutions étalons multigamma sont caractérisées en flux massique de photons dans 4π sr (exprimé en $s^{-1}.g^{-1}$). Les énergies des raies gamma prises comme référence sont également certifiées. L'activité massique est indiquée.

Pour l'étalonnage en énergie comme en efficacité des détecteurs NaI(Tl) ou Ge, le LEA recommande les radionucléides ou les mélanges de radio-nucléides suivants :

- **Europium 152**, dans le domaine d'énergie 122 à 1 408 keV,
- **Baryum 133** dans la gamme 30 à 400 keV,
- **Mélange multigamma type 12ML01** (^{241}Am , ^{109}Cd , ^{57}Co , ^{139}Ce , ^{51}Cr , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{54}Mn , ^{65}Zn) dans la gamme 60 à 1 836 keV.

Les solutions se présentent dans des ampoules scellées. Celles dont l'activité massique est la plus élevée sont dans des flacons capsulés pour une manipulation aisée.

Pour les mesures d'environnement, les solutions étalons multigamma se caractérisent par :

- des activités volumiques faibles et une présentation en grand volume, proches des conditions expérimentales,
- un conditionnement permettant d'utiliser l'étalon sans ouvrir le conteneur pour étalonner les détecteurs NaI(Tl), Ge(Li), Ge-HP.

 Solutions disponibles

Radionucléide et Période mesure	Composition chimique	Référence	Flux massique γ (4π sr)/raie d'émission		Activité massique		Conditionnement		Incertitude de	
			(min et max) $s^{-1}.g^{-1}$		kBq.g ⁻¹	$\mu\text{Ci}.g^{-1}$	Volume cm ³	Type		à k=2 %
^{133}Ba <i>1,05 x 10¹ ans</i>	HCl 1 N	BA133ELMA85	$3,6 \times 10^4$ à $5,0 \times 10^6$		8×10^3	$2,2 \times 10^2$	1	A	3 à 5	
		BA133ELMB75	$3,6 \times 10^5$ à $5,0 \times 10^5$		8×10^2	$2,2 \times 10^1$	5	B	3 à 5	
		BA133ELMB50	$1,8 \times 10^2$ à $2,5 \times 10^4$		4×10^1	1,1	5	B	3 à 5	
		BA133ELME25	$1,8$ à $2,5 \times 10^2$		4×10^{-1}	$1,1 \times 10^{-2}$	50	E	3 à 5	
		BA133ELMF25	$1,8$ à $2,5 \times 10^2$		4×10^{-1}	$1,1 \times 10^{-2}$	50	F	3 à 5	
		BA133ELMG10	$1,8 \times 10^{-1}$ à $2,5 \times 10^1$		4×10^{-2}	$1,1 \times 10^{-3}$	500	G	3 à 5	
		BA133ELMH10	$1,8 \times 10^{-1}$ à $2,5 \times 10^1$		4×10^{-2}	$1,1 \times 10^{-3}$	500	H	3 à 5	
^{152}Eu <i>1,35 x 10¹ ans</i>	HCl 1N	EU152ELMD95	$5,2 \times 10^4$ à $1,1 \times 10^7$		4×10^4	$1,1 \times 10^3$	1	D	3 à 5	
		EU152ELMB90	$1,1 \times 10^4$ à $2,3 \times 10^6$		8×10^3	$2,2 \times 10^2$	5	B	3 à 5	
		EU152ELMB80	$1,1 \times 10^3$ à $2,3 \times 10^5$		8×10^2	$2,2 \times 10^1$	5	B	3 à 5	
		EU152ELMB55	$5,2 \times 10^1$ à $1,1 \times 10^4$		4×10^1	1,1	5	B	3 à 5	
		EU152ELME30	$5,2 \times 10^{-1}$ à $1,1 \times 10^2$		4×10^{-1}	$1,1 \times 10^{-2}$	50	E	3 à 5	
		EU152ELMF30	$5,2 \times 10^{-1}$ à $1,1 \times 10^2$		4×10^{-1}	$1,1 \times 10^{-2}$	50	F	3 à 5	
		EU152ELMG15	$2,5 \times 10^{-2}$ à $1,1 \times 10^1$		4×10^{-2}	$1,1 \times 10^{-3}$	500	G	3 à 5	
		EU152ELMH15	$2,5 \times 10^{-2}$ à $1,1 \times 10^1$		4×10^{-2}	$1,1 \times 10^{-3}$	500	H	3 à 5	
Mélange multigamma type 12ML01⁽¹⁾ ^{241}Am , ^{109}Cd , ^{57}Co , ^{139}Ce , ^{51}Cr , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{54}Mn , ^{65}Zn .	HCl 1N	12ML01ELMA60	1×10^3 à 6×10^4		8×10^2	$2,2 \times 10^1$	1	A	3 à 5	
		12ML01ELMB45	5×10^1 à 3×10^3		4×10^1	1,1	5	B	3 à 5	
		12ML01ELMD60	1×10^3 à 6×10^4		8×10^2	$2,2 \times 10^1$	1	D	3 à 6	
		12ML01ELME20	1 à 6×10^1		8×10^{-1}	$2,2 \times 10^{-2}$	50	E	3 à 5	
		12ML01ELMF20	1 à 6×10^1		8×10^{-1}	$2,2 \times 10^{-2}$	50	F	3 à 5	
		12ML01ELMG05	1×10^{-1} à 6		8×10^{-2}	$2,2 \times 10^{-3}$	500	G	3 à 5	
		12ML01ELMH05	1×10^{-1} à 6		8×10^{-2}	$2,2 \times 10^{-3}$	500	H	3 à 5	
		12ML01ELML45	5×10^1 à 3×10^3		4×10^1	1,1	5	L	3 à 6	
		Entraîneur pour dilution des solutions multigamma type 12ML01	9ACETEQ					10		

Légende : (1) Campagne de production 2 fois/an : mars et septembre de chaque année.

Coffrets de sources gamma

» Coffrets de sources gamma pour étalonnages en activité

Ces coffrets sont composés de 9 sources ponctuelles (diamètre actif 3 mm) choisies pour couvrir la gamme d'énergies la plus grande possible et permettre d'établir, en fonction de l'énergie γ la courbe d'étalonnage en activité des spectromètres.

Ces coffrets de sources γ permettent aussi d'établir la courbe rendement/énergie.

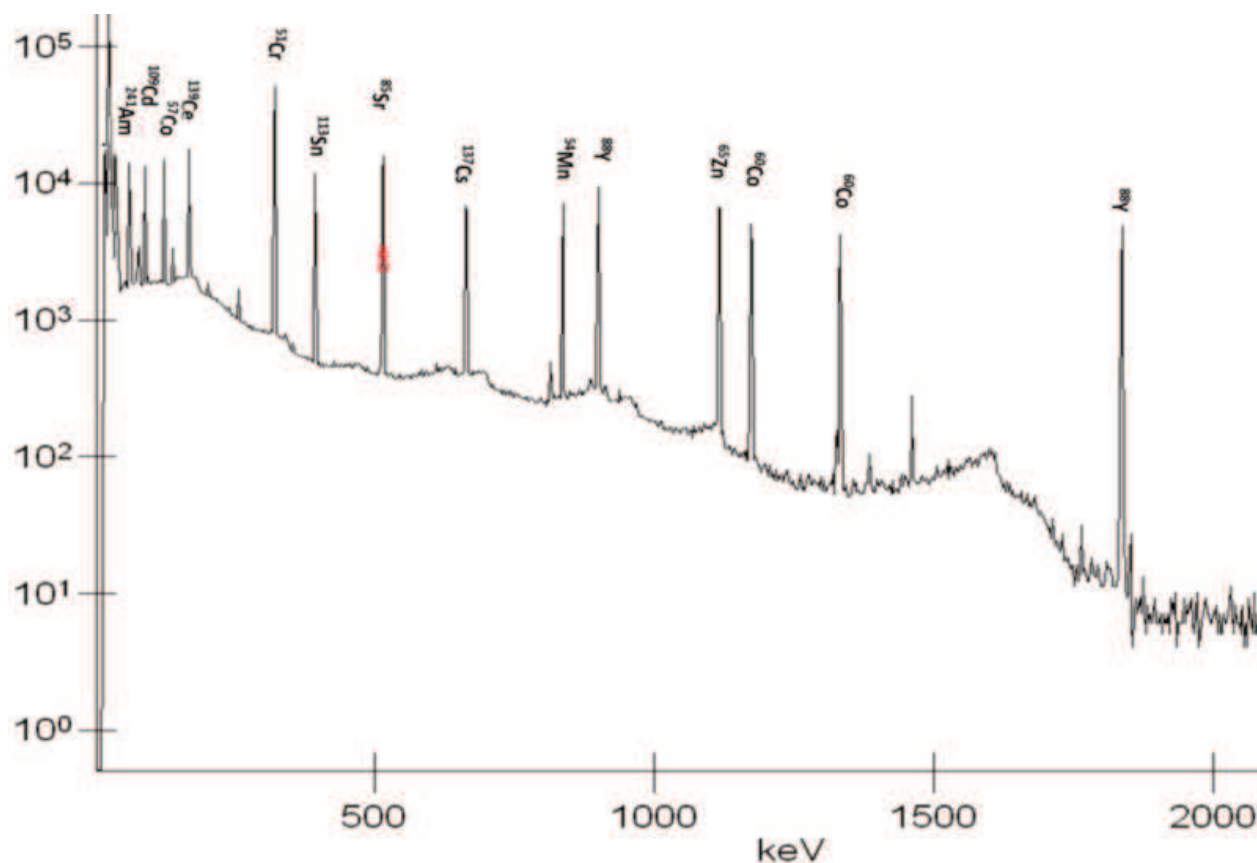
Dans ce cas, il est nécessaire de connaître certains paramètres des schémas de désintégration des radionucléides utilisés (nombre de photons émis par désintégration).



- Composition du coffret type **9CH03** : ^{241}Am , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{51}Cr , ^{137}Cs , ^{54}Mn , ^{22}Na , ^{85}Sr , ^{88}Y .
- Autres compositions sur demande

Référence	Activité par source kBq (*)	Activité totale approximative kBq	Support Diamètre mm	Type	Incertitude de mesure à k=2 %
9CH03EGSA10	4	$3,6 \times 10^1$	25	A	1,5 à 3,5
9CH03EGSA15	4×10^1	$3,6 \times 10^2$	25	A	1,5 à 3,5
9CH03EGSA20	4×10^2	$3,6 \times 10^3$	25	A	1,5 à 3,5

(*) Tolérance de fabrication $\pm 30\%$



Spectre du mélange de radionucléides 12ML01

Sources multigamma

» Sources ponctuelles multigamma

Ces sources étalons sont caractérisées en flux photonique dans 4π sr, exprimé en s^{-1} , pour chaque raie gamma spécifiée. L'activité de la source est également donnée. Les étalonnages précis des spectromètres γ nécessitent un jeu complet d'étalons émettant des raies γ d'énergies différentes. De plus, il faut leur consacrer un temps total de comptage non négligeable.

L'étalon multigamma a été mis au point pour permettre des étalonnages rapides et précis, tant en énergie qu'en rendement. Il est particulièrement intéressant pour définir la réponse des détecteurs au germanium (type Ge(Li) ou

Ge-HP) et établir directement et rapidement la courbe rendement/énergie des spectromètres γ sans avoir besoin de connaître les paramètres du schéma de désintégration des radionucléides utilisés.

Les sources étalons multigamma sont constituées d'un dépôt ponctuel (diamètre actif 3 mm) et scellées à chaud entre deux feuilles de plastique mince (masse surfacique totale : 28 mg.cm^{-2}). L'ensemble est ensuite monté sur un anneau de plastique qui assure la rigidité et permet une manipulation aisée.

» Europium-152

Ce radionucléide se distingue en émettant de nombreuses raies γ intenses dont les énergies sont comprises entre 122 et 1 408 KeV.

» Barium-133

En complément de l'euporium 152, est proposé le baryum 133 destiné à l'étalonnage de l'instrumentation dans la gamme 30 à 400 KeV. Les raies X et γ intenses de ce radionucléide permettent de bien décrire la réponse en rendement dans le domaine des basses énergies.

» Mélange multigamma type 12ML01

Le mélange est constitué des radionucléides suivants : ^{241}Am , ^{109}Cd , ^{57}Co , ^{139}Ce , ^{51}Cr , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{54}Mn , ^{65}Zn .

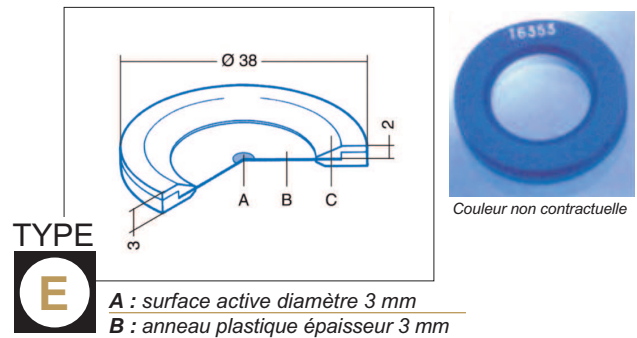
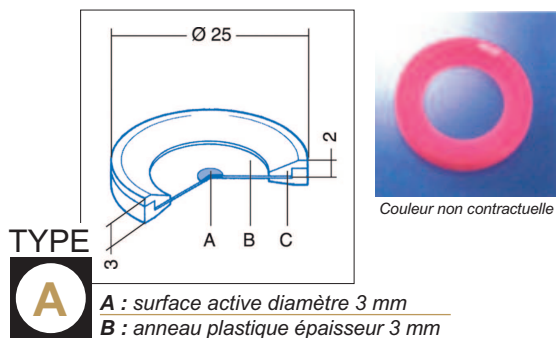
Cette source étalon couvre à elle seule la gamme 60 à 1 836 KeV.

Cette source présente l'avantage de fournir un spectre plus simple.

Ces sources sont disponibles sous deux présentations

• diamètre extérieur : 25 mm (type A)

• diamètre extérieur : 38 mm (type E).



Radionucléide et période	Référence	Flux γ dans 4π sr S^{-1} /raie d'émission (min et max)	Activité		Conditionnement Diamètre Type mm	Incertitude de mesure à $k=2$ %
			kBq (*)	μCi		
^{133}Ba $1,05 \times 10^1$ ans	BA133EGMA10	$1,8 \times 10^1$ à $2,4 \times 10^3$	4	$1,1 \times 10^{-1}$	25 A	2,5 à 4
	BA133EGMA15	$1,8 \times 10^2$ à $2,5 \times 10^4$	4×10^1	1,1	25 A	2,5 à 4
	BA133EGMA20	$1,8 \times 10^3$ à $2,5 \times 10^5$	4×10^2	$1,1 \times 10^1$	25 A	2,5 à 4
	BA133EGME10	$1,8 \times 10^1$ à $2,5 \times 10^3$	4	$1,1 \times 10^{-1}$	38 E	2,5 à 4
	BA133EGME15	$1,8 \times 10^2$ à $2,5 \times 10^4$	4×10^1	1,1	38 E	2,5 à 4
	BA133EGME20	$1,8 \times 10^3$ à $2,5 \times 10^5$	4×10^2	$1,1 \times 10^1$	38 E	2,5 à 4
^{152}Eu $1,35 \times 10^1$ ans	EU152EGMA10	$5,2$ à $1,1 \times 10^3$	4	$1,1 \times 10^{-1}$	25 A	2 à 6
	EU152EGMA15	$5,2 \times 10^1$ à $1,1 \times 10^4$	4×10^1	1,1	25 A	2 à 6
	EU152EGMA20	$5,2 \times 10^2$ à $1,1 \times 10^5$	4×10^2	$1,1 \times 10^1$	25 A	2 à 6
	EU152EGME10	$5,2$ à $1,1 \times 10^3$	4	$1,1 \times 10^{-1}$	38 E	2 à 6
	EU152EGME15	$5,2 \times 10^1$ à $1,1 \times 10^4$	4×10^1	1,1	38 E	2 à 6
	EU152EGME20	$5,2 \times 10^2$ à $1,1 \times 10^5$	4×10^2	$1,1 \times 10^1$	38 E	2 à 6
Mélange Multigamma type 12ML01 ⁽¹⁾	12ML01EGMA15	$3,7 \times 10^1$ à $2,2 \times 10^3$	3×10^1	0,8	25 A	3 à 6
	12ML01EGME15	$3,7 \times 10^1$ à $2,2 \times 10^3$	3×10^1	0,8	38 E	3 à 6

Légende : (1) Campagne de production 2 fois/ans : mars et septembre de chaque année. (*) Tolérance de fabrication $\pm 30\%$
Toutes les activités sont mesurée en flux théorique.

Filtres charbon

Cartouches étalons gamma de charbon actif

Ces cartouches interchangeables servent à piéger les gaz radioactifs rejetés par les centrales électronucléaires ou les usines du cycle du combustible nucléaire.

Des étalons imprégnés de Baryum 133, de Césium 137, d'Europium 152 ou d'un mélange multigamma type 12ML01 de 12 radionucléides (^{241}Am , ^{109}Cd , ^{57}Co , ^{139}Ce , ^{51}Cr , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{54}Mn , ^{65}Zn) sont proposés pour étalonner les chaînes de mesure de ces cartouches.

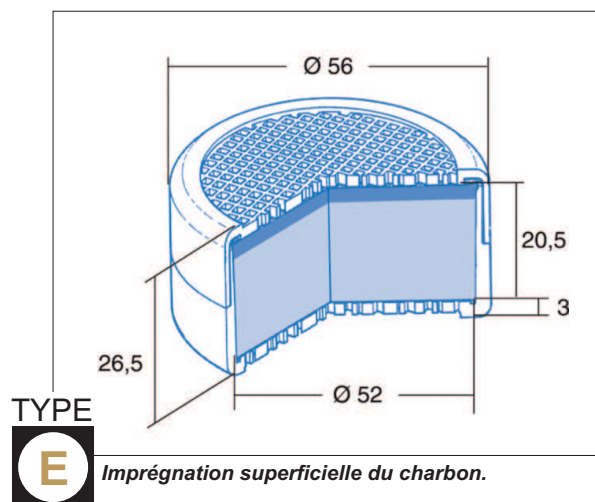
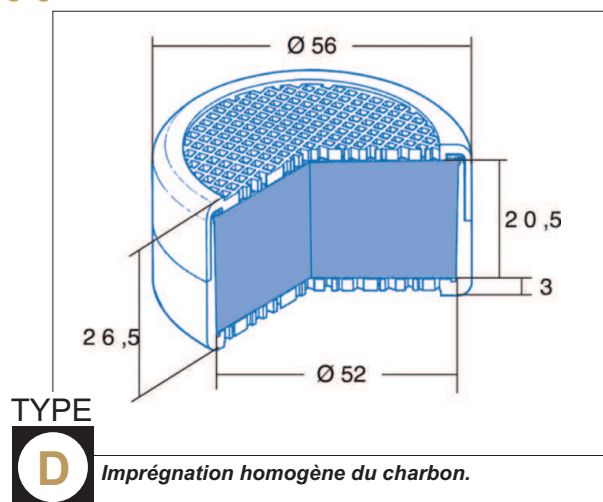
Technique

Ces cartouches étalons sont caractérisées en activité. Elles sont constituées d'un boîtier étanche en polycarbonate (volume : 44 cm³) renfermant du charbon actif (modèle Merlin Gérin Provence, réf. 12217). Deux types d'étalons sont disponibles :

• **Type D** : le charbon actif est imprégné de manière homogène ($\pm 5\%$) par le ou les radionucléide(s).

• **Type E** : le charbon actif n'est pas imprégné ; un disque radioactif, placé au contact de l'une des faces internes du boîtier, simule une contamination de surface. L'activité du radionucléide est répartie de façon homogène ($\pm 5\%$) sur la surface d'un disque de 50 mm de diamètre qui est scellé à chaud entre deux feuilles de plastique mince (masse surfacique totale : 24 mg.cm⁻²).

Descriptif des différentes présentations disponibles



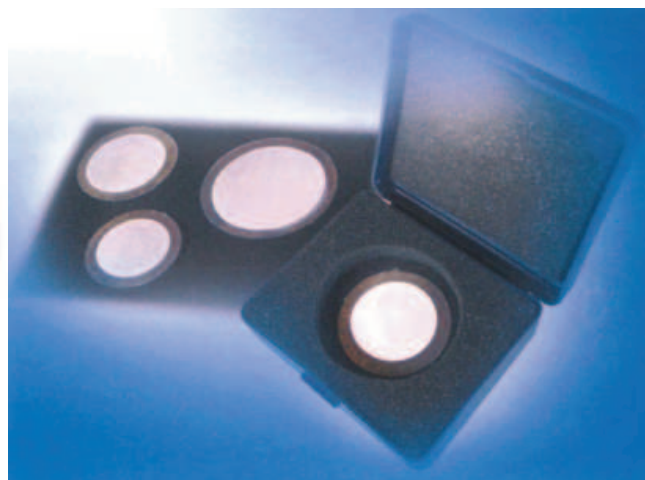
Cartouches étalons gamma de charbon actif

Radionucléide et Période	Référence	Activité kBq (*)	Présentation Diamètre mm	Type	Incertitude de mesure à k=2 %
^{133}Ba 1,05 x 10 ¹ ans	BA133EDCD10	4	56	D	5
	BA133EDCE10	4	56	E	5
^{152}Eu 1,35 x 10 ¹ ans	EU152EDCD10	4	56	D	5
	EU152EDCE10	4	56	E	5
$^{137}\text{Cs} + ^{137}\text{Ba}^m$ 30,5 ans	CS137EDCD10	4	56	D	7
	CS137EDCE10	4	56	E	4 à 8
Mélange Multigamma type 12ML01 ⁽¹⁾ ^{241}Am , ^{109}Cd , ^{57}Co , ^{139}Ce , ^{51}Cr , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{54}Mn , ^{65}Zn .	12ML01EDCD11	18,5	56	D	6 à 8
	12ML01EDCE11	18,5	56	E	6 à 8

Légende : (1) Campagne de production 2 fois/an : mars et septembre de chaque année.
(*) Tolérance de fabrication $\pm 30\%$

Pour commander : Informations commerciales pages 1.1 à 1.12 du chapitre INFORMATIONS

Matrice papier multigamma



Des sources scellées multigamma sur papier buvard sont également produites par le LEA.

Le mélange **12ML01** (^{241}Am , ^{109}Cd , ^{57}Co , ^{139}Ce , ^{51}Cr , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{54}Mn , ^{65}Zn) est imprégné sur un filtre papier et scellé entre deux fines feuilles de mylar.

Ces étalons permettent d'étalonner les balises aérosol de contrôle d'ambiance radioactive ou peuvent correspondre encore à d'autres applications.

La partie active peut-être variable suivant la demande.

Le diamètre extérieur de la source est : **diamètre actif + 10mm** pour assurer avec fiabilité le caractère scellé de la source.

L'activité déposée peut également être adaptée à votre demande.

Quelques références standards les plus utilisées :

Radionucléide	Code produit	Activité kBq (*)	Diamètre actif ⁽¹⁾ mm	Diamètre extérieur mm	Matrice	Incertitude de mesure à k=2 %
Mélange ⁽²⁾						
^{241}Am , ^{109}Cd ,						
^{57}Co , ^{139}Ce , ^{51}Cr ,	12ML01ESBM43 [20KBQ]	20	43	53	Papier	10
^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs ,	12ML01ESBM50 [10KBQ]	10	50	60	Papier	10
^{60}Co , ^{88}Y , ^{54}Mn ,	12ML01ESBM50 [20KBQ]	20	50	60	Papier	10
^{65}Zn .	12ML01ESBM53 [40KBQ]	40	53	63	Papier	10
	12ML01ESBM60 [20KBQ]	20	60	70	Papier	10
	12ML01ESBM120 [20KBQ]	20	120	130	Papier	10
	12ML01ESBM45-51 [20KBQ]	20	45	51	Papier	10
	12ML01ESBM45-51 [40KBQ]	40	45	51	Papier	10
	12ML01ESBM47-53 [20KBQ]	20	47	53	Papier	10
	12ML01ESBM47-53 [40KBQ]	40	47	53	Papier	10
	12ML01ESBD45-51 [20KBQ]	20	45	51	Papier (3)	10
	12ML01ESBD45-51 [40KBQ]	40	45	51	Papier (3)	10
	12ML01ESBD47-53 [20KBQ]	20	47	53	Papier (3)	10
	12ML01ESBD47-53 [40KBQ]	40	47	53	Papier (3)	10

Le LEA peut également fabriquer ces sources avec un autre radionucléide gamma.

(*) Tolérance de fabrication $\pm 30\%$

(1) Imprégnation par dépôt de solution sans critère d'homogénéité.

(2) Campagne de production 2 fois/an (mars et septembre).

(3) Buvard fourni par le client.

Matrice végétale



Mesure par spectrométrie gamma de l'activité sur les végétaux secs et broyés



Mélange Multigamma type 12ML01 matrice végétale dans flacon plastique 500 cm³.

Activités proposées de 1kBq à quelques kBq

Exemple de référence : 12ML01EGEV1KBQ

Masse volumique : 0,17 ± 0,05 g/cm³

Mélange multigamma type 12ML01 utilisé : Am²⁴¹, Cd¹⁰⁹, Co⁵⁷, Ce¹³⁹, Cr⁵¹, Sn¹¹³, Sr⁸⁵, Cs¹³⁷, Co⁶⁰, Y⁸⁸, Mn⁵⁴, Zn⁶⁵.

Autres radionucléides, activités et flaconnages sur demande.

Campagne de production 2 fois par an (mars et septembre).

